

ANALISIS PEMASANGAN KAPASITOR BANK PADA JARINGAN DISTRIBUSI PENYULANG CAKALANG PT. PLN (PERSERO) RAYON SIMPANG TIGA PEKANBARU

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memproleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains Dan Teknologi



Oleh :

SILVIANA LILLAH

11455201798

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU**

2021

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS PEMASANGAN KAPASITOR BANK PADA JARINGAN DISTRIBUSI PENYULANG CAKALANG PT. PLN (PERSERO) RAYON SIMPANG TIGA PEKANBARU


TUGAS AKHIR

OLEH:

SILVIANA LILLAH
11455201798

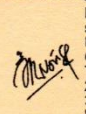
Telah Diperiksa Dan Disetujui Sebagai Laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro di
Pekanbaru, Pada Tanggal 11 Agustus 2021

Ketua Program Studi


Digitally signed
by Zulfatri Aini
Tanggal:
2021.08.13
14:17:56 WIB

Dr. Zulfatri Aini S.T., M.T
NIP. 197210212006042001

Pembimbing I


Digitally
signed by
Novi
Gusnita
Tanggal:
2021.08.13
11:55:05
WIB

Novi Gusnita, S.T., M.T
NIP. 19770803 201101 2 002

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PEMASANGAN KAPASITOR BANK PADA JARINGAN DISTRIBUSI PENYULANG CAKALANG PT. PLN (PERSERO) RAYON SIMPANG TIGA PEKANBARU

TUGAS AKHIR

OLEH:

SILVIANA LILLAH

11455201798

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Dewan Penguji
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru, Pada Tanggal 11 Agustus 2021

Pekanbaru, 11 Agustus 2021

Mengesahkan



Dr. Hartono, M.Pd
NIP. 19640301 199203 1 003

Ketua Program Studi

Digitally signed
by Zulfatri Aini
Tanggal:
2021.08.13
14:16:43 WIB

Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T
NIP. 197210212006042001

DEWAN PENGUJI :

Ketua	: Jufrizel S.T., M.T
Sekretaris	: Novi Gusnita., S.T., M.T
Anggota I	: Dr. Liliana., S.T., M.Eng
Anggota II	: Marhama Jelita, S.Pd.,M.Sc

Digitally signed by
Novi
Gusnita
Tanggal:
2021.08.13
11:56:10
WIB

Digitally signed
by Liliana
Tanggal:
2021.08.13
12:08:43 WIB

Digitally signed
by Marhama Jelita
Date: 2021.08.13
13:38:16 +07'00'

LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan dengan mengikuti kaidah pengutipan yang berlaku.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

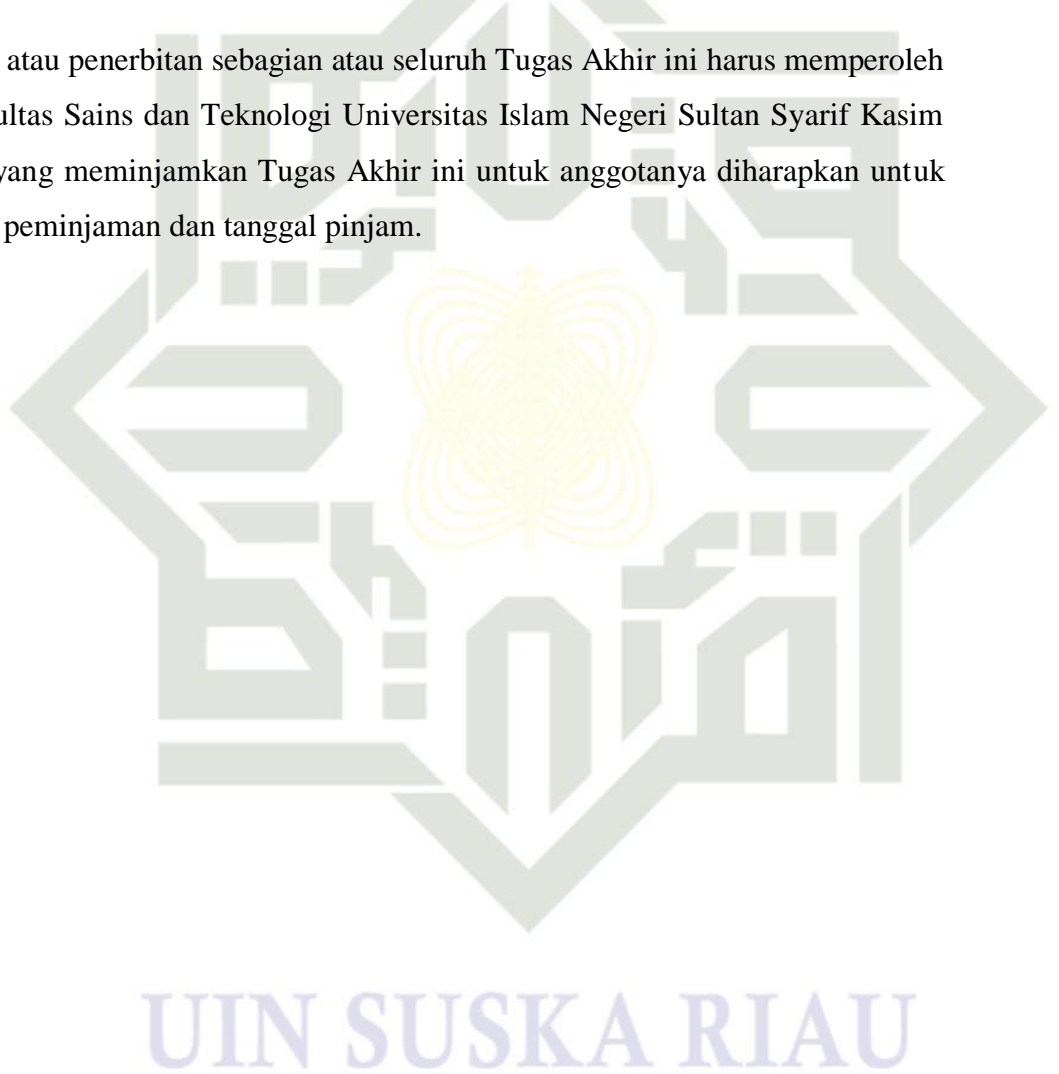
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa didalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan di dalam daftar pustaka.

Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang Sebenarnya.

Pekanbaru, 11 Agustus 2021

Yang membuat pernyataan,

SILVIANA LILLAH

11455201798

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSEMBAHAN



“Bacalah dengan menyebut nama Tuhanmu, Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah Bacalah, dan Tuhanmulah yang maha mulia Yang mengajar manusia dengan pena, Dia mengajarkan manusia apa yang tidak diketahuinya”

(QS Al-'Alaq : 1-5)

“Maka apakah mereka tidak memperhatikan Al-Quran? Kalau kiranya al-Quran itu bukannya sisi Allah, tentunya mereka mendapat pertentangan yang banyak di dalamnya”

(QS. Annisa': 82)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri”

(Q.S Ar-Rad : 11)

“Jangan engkau bersedih, sesungguhnya Allah bersama kita.”

(Q.S At-Taubah[9] : 40)

“Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain) dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap ”.

(Q.S Al-Insyirah ayat: 7-8)

Alhamdulillah wa syukrulillah saya sembahkan kepadaMu ya Allah. Tuhan yang Maha Pengasih, Maha Penyayang, Maha Merajai, Maha Suci, Maha yang memberi keselamatan, Maha memberi Keamanan, Maha Pengatur, Maha Gagah , Maha memiliki Kebesaran dan memiliki nama nama yang baik itu. Atas takdir-Mu ya Allah, saya bisa menjadi pribadi yang berpikir, berilmu, beriman dan bersabar. Atas Ridho dan pertolongan Mu ya Allah, saya dapat menyelesaikan tugas akhir saya ini walau banyak rintangan-rintangan yang harus saya jalani. Semoga keberhasilan ini menjadi satu langkah awal untuk meraih masa depan yang saya cita-citakan. Dan Segala syukur kepada-Mu ya Rabb, karena sudah menghadirkan orang-orang berarti disekelilingku, yang selalu memberikan semangat dan dorongan sehingga tugas akhir saya ini dapat diselesaikan dengan baik.

Hak Cipta Diindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Ditangguhkan UIN Suska Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Teruntuk kedua orangtua saya tercinta, saya persembahkan Tugas akhir saya ini untuk kalian. Terima kasih telah mengisi dunia saya dengan begitu banyak kebahagiaan, dan selalu mendoakan dan mendukung semua pilihan saya. Kalian telah melalui banyak perjuangan dan cobaan yang berat. Tapi saya berjanji tidak akan membiarkan semua perjuangan kalian sia-sia. Saya berjanji akan melakukan yang terbaik untuk setiap kepercayaan yang kalian berikan. Saya akan tumbuh menjadi seseorang yang terbaik yang saya bisa.

Teruntuk Abang,kaka,dan adikku, saya ucapkan banyak terima kasih atas semua kepedulian kalian. Terima kalian sudah mau selalu mengingatkan tentang tugas akhir ini yang harus segera diselesaikan. Sudah selalu bertanya sudah sampai mana tugas akhir ini. Sudah mau selalu mendoakan kelancaran tugas akhir ini.

Teruntuk Ibu Novi Gusnita S.T., M.T selaku dosen pembimbing saya ucapkan terima kasih juga yang tak terhingga. Ibu sudah menjadi orang tua kedua saya dikampus yang selalu berlaku baik dan bijaksana, yang selalu membantu memberikan inspirasi, motivasi, dan kesabaran memberikan arahan maupun kritikan kepada saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga kehidupan Ibu dimudahkan dan diberkahi selalu oleh Allah SWT.

Teruntuk seluruh teman-teman saya di Fakultas Sains dan Teknologi angkatan 2014 beserta seluruh keluarga Teknik Elektro Uin Suska Riau terutama teman-teman saya di grup “Serigala Terakhir”. Terimakasih untuk semua memori yang saya miliki atas tawa yang setiap hari kita miliki, atas solidaritas yang luar biasa, dan tentang perjuangan kita mencari gelar S.T. Sehingga masa kuliah saya menjadi lebih berwarna dan berarti.

UIN SUSKA RIAU

ANALISIS PEMASANGAN KAPASITOR BANK PADA JARINGAN DISTRIBUSI PENYULANG CAKALANG PT. PLN (PERSERO) RAYON SIMPANG TIGA PEKANBARU

SILVIANA LILLAH

NIM: 11455201798

Tanggal Sidang: 11 Agustus 2021

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Sanis Dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl.Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Pada zaman sekarang ini Perkembangan teknologi yang semakin pesat memicu kebutuhan akan energi, terutama energi listrik, seperti yang ada pada PT PLN Rayon simpang tiga, salah satunya pada penyulang cakalang yang mana penyulang ini sejauh 64 kms, sehingga menyebabkan rugi-rugi daya semakin besar. Untuk menanggulangi hal tersebut adalah dengan pemasangan Kapasitor Bank. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemasangan kapasitor bank terhadap rugi-rugi daya dan *power factor* di penyulang cakalang. Pada penelitian ini akan dibahas mengenai penempatan lokasi Kapasitor Bank pada jaringan distribusi yang didapatkan melalui metode *Loss sensitivity factor* (LSF) setelah itu disimulasikan dengan menggunakan alikasi ETAP. Kapasitor Bank ditempatkan pada nilai bus yang tertinggi, Yaitu pada bus 21. Maka didapat nilai rugi daya turan sebesar 7% untuk daya aktif dan 25% untuk daya Reaktif. untuk nilai Power Factor sebelum pemasangan kapasitor 83,71%, setelah dipasang kapasitor menjadi 94,47%.

Kata Kunci: Jaringan distribusi, Kapasitor bank, *Loss Sensitivity Factor*, *Power Factor* Software ETAP

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ANALYSIS OF BANK CAPACITY INSTALLATION ON THE CAKALANG FEEDER DISTRIBUTION NETWORK PT. PLN (PERSERO) RAYON SIMPANG TIGA

SILVIANA LILLAH

Student Number : 11455201798

Session Date: 11 August 2021

Deptement Of Electrical Engineering

Faculty Of Science and Techology

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Soebrantas St. No. 155 Pekanbaru

ABSTRACT

In this day and age, technological developments that are increasingly rapidly triggering the need for energy, especially electrical energy, such as the one at PT PLN Rayon Simpang Tiga, one of which is the skipjack feeder where the feeder is as far as 64 kms, thus causing greater power losses. . To overcome this is to install a capacitor bank. This study aims to determine the effect of installing a capacitor bank on power losses and power factor in skipjack feeders. In this study, we will discuss the placement of the Bank Capacitor location in the distribution network obtained through the method Loss sensitivity factorD (LSF) after which it is simulated using the ETAP application. Bank capacitors are placed at the highest bus value, namely on bus 21. Then the power loss value is reduced by 7% for active power and 25% for reactive power. for the value of the Power Factor before the installation of the capacitor is 83.71%, after the capacitor is installed it becomes 94.47%.

Keywords: *Distribution network, bank capacitors, Loss Sensitivity Factor, Power Factor Software ETAP*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

KATA PENGANTAR



Assalammu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillahillahi rabbil 'alamin, segala puji dan syukur selalu tercurah kehadiran Allah SWT atas limpahan Rahmat, Nikmat, Ilmu, dan Karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “**Analisis Pemasangan Kapasitor Bank Pada Jaringan Distribusi Penyulang Cakalang PT.PLN Persero Rayon Simpang Tiga Pekanbaru Riau**” sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana akademik di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, juga untuk mengukur kemampuan penulis dalam mengimplementasikan hasil dari pembelajaran yang selama ini di dapat dalam proses pembelajaran di kampus. Shalawat beserta salam penulis hadiahkan kepada Nabi Muhammad Shalallahu‘Alaihi Wassalam yang merupakan suri tauladan bagi kita semua, semoga kita semua termasuk dalam umatnya yang kelak mendapat syafa’at dari beliau di yaumul akhir nantinya, aamiin.

Banyak sekali yang telah penulis peroleh berupa ilmu pengetahuan dan pengalaman selama menempuh pendidikan di Program Studi Teknik Elektro. Penulis berharap Tugas Akhir ini nantinya dapat berguna bagi semua pihak yang memerlukannya. Penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang setulusnya kepada :

1. Allah SWT atas seluruh karunia-Nya yang terindah yang telah diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan penulisan Laporan Tugas Akhir ini
2. Teristimewa buat ayahanda Zaiful dan ibunda tercinta Emi Deswita, Abang Okta Ziko, Joni Harianto,ST, Kakak Desi Putri Sari Intan,SE dan adik Ratu Juliani yang sangat penulis sayangi yang telah memberikan semangat, dukungan moril maupun materil kepada penulis dan selalu mendoakan yang

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

terbaik bagi penulis hingga saat ini.

Bapak Prof. Dr. H. Hairunas, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Bapak Dr. Hartono, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Ibu Dr Zulfatri Aini, S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Bapak Sutoyo, ST.,MT, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Ibu Novi Gusnita., S.T., M.T selaku Pembimbing Tugas Akhir yang selalu membantu memberikan inspirasi, motivasi, dan kesabaran serta, memberikan arahan maupun kritikan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Bapak Ahmad Faizal, ST., MT, selaku koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi yang selalu membantu memberikan inspirasi dan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Bapak Jufrizel, S.T., M.T, selaku ketua sidang Tugas Akhir yang telah mengingatkan kembali untuk terus belajar tentang ibadah.

Ibu Dr. Liliana ST.,M.Eng selaku dosen peguji I dan Ibu Marhama Jelita, S.Pd.,M.Sc, selaku dosen peguji II yang yang telah banyak memberi masukan berupa kritik dan saran demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini.

Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknik Elektro yang telah memberikan bimbingan dan curahan ilmu kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Terimakasih kepada sahabat sahabat saya yang berperan dalam kelancaran tugas akhir ini Aulia Rahmawati S.Sos, Lailatul Badriya S.Pd, Rafiyatul Asmi Simatupang S.Pd

Terimakasih kepada rekan-rekan yang berperan dalam kelancaran tugas akhir ini kawan-kawan angkatan 2014 Muhammad Dicky ST, Jenny Pratiwi ST, Esa Mutari ST, R.R.Retno Handayani.ST, Nanda Irwanto ST, Irma Hilda Yanti.ST,

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

henggar, Bang Osto dan teman-teman angkatan 2014 lainnya yang tidak dapat disebutkan satu-persatu,

Semua pihak yang telah banyak membantu dan memberi motivasi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini mulai dari awal hingga selesai .

Penulis menyadari dalam penulisan laporan ini masih banyak terdapat kekurangan serta kesalahan, untuk itu dengan segala kerendahan hati, penulis menerima segala saran serta kritik yang bersifat membangun, agar lebih baik dimasa yang akan datang.

Harapan penulis, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat berguna bagi penulis sendiri khususnya, serta memberikan manfaat yang luar biasa bagi pembaca dimasa mendatang.

Amin

Wassalamu'alaikum wr.wb

Pekanbaru, 11 Agustus 2021
Penulis

Silviana Lillah

NIM. 11455201798

UIN SUSKA RIAU

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN COVER	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Rumusan Masalah	I-4
1.3. Tujuan Penelitian	I-4
1.4. Batasan Masalah.....	I-4
1.5. Manfaat Penelitian	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1. Penelitian Terkait	II-1
2.2. Sistem Tenaga Listrik	II-3
2.3. Sistem Distribusi	II-5
2.3.1. Sistem Jaringan Distribusi Primer.....	II-7
2.3.2. Sistem Jaringan Distribusi Sekunder	II-11
2.4. Kapasitor Bank.....	II-12
2.5. Studi Aliran Daya	II-13

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

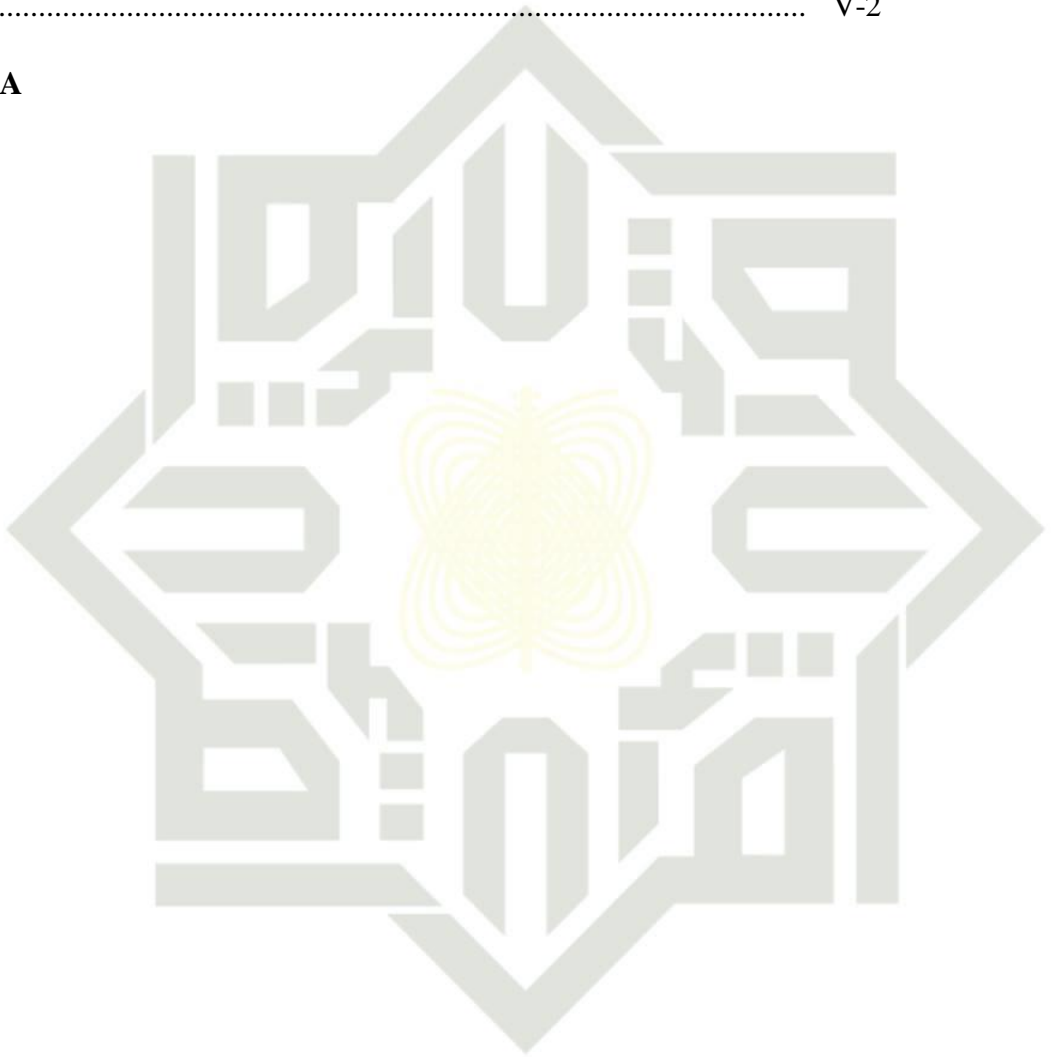
2.5.1. Daya Listrik.....	II-14
2.5.2. Persamaan Aliran Daya.....	II-15
2.5.3. Metode <i>Newton-rapshon</i>	II-17
2.6. Rugi-rugi Daya.....	II-20
2.7. <i>Sensitivity Analisis</i>	II-20
2.8. Sistem Per-Unit	II-22
2.9. ETAP (<i>Electric Transient and Analysis Program</i>)	II-23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III-1
3.1. Jenis Penelitian.....	III-1
3.2. Lokasi Penelitian.....	III-1
3.3. Data yang dibutuhkan	III-1
3.4. Prosedur Penelitian.....	III-1
3.5. Studi Literatur	III-4
3.6. Tahap Perencanaan.....	III-4
3.7. Pengambilan Data	III-4
3.8. Simulasi Aliran Daya	III-5
3.9. Menentukan Penempatan Pemasangan Kapasitor Bank	III-6
3.10. Analisis dan Hasil	III-6
3.11. Kesimpulan dan Saran.....	III-7
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	IV-1
4.1. Umum	IV-1
4.2. Pemodelan <i>Singel Line Diagram</i>	IV-2
4.3. Rugi-Rugi Daya dan PF Sebelum Pemasangan Kapasitor Bank	IV-2
4.3.1. Rugi – Rugi Daya Sebelum Pemasangan Kapasitor Bank.....	IV-2
4.3.2. <i>Power Factor</i> Sebelum Pemasangan Kapasitor Bank	IV-2
4.4. Penentuan Kapasitas Dan Penempatan Optimal Kapasitor Bank	IV-3
4.4.1. Penentuan Kapasitas Kapasitor Bank.....	IV-3
4.4.2. Penempatan Kapasitor Bank Menggunakan Metode LSF	IV-3
4.5. Rugi-Rugi Daya dan <i>Power Factor</i> Setelah Pemasangan Kapasitor Bank.....	IV-4
4.5.1. Rugi – Rugi Daya Setelah Pemasangan Kapasitor Bank	IV-4

4.5.2 <i>Power Factor</i> setelah pemasangan kapasitor bank	IV-5
4.6. Analisa Hasil	IV-6
BAB V PENUTUP	V-1
5.1. Kesimpulan	V-1
5.2. Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



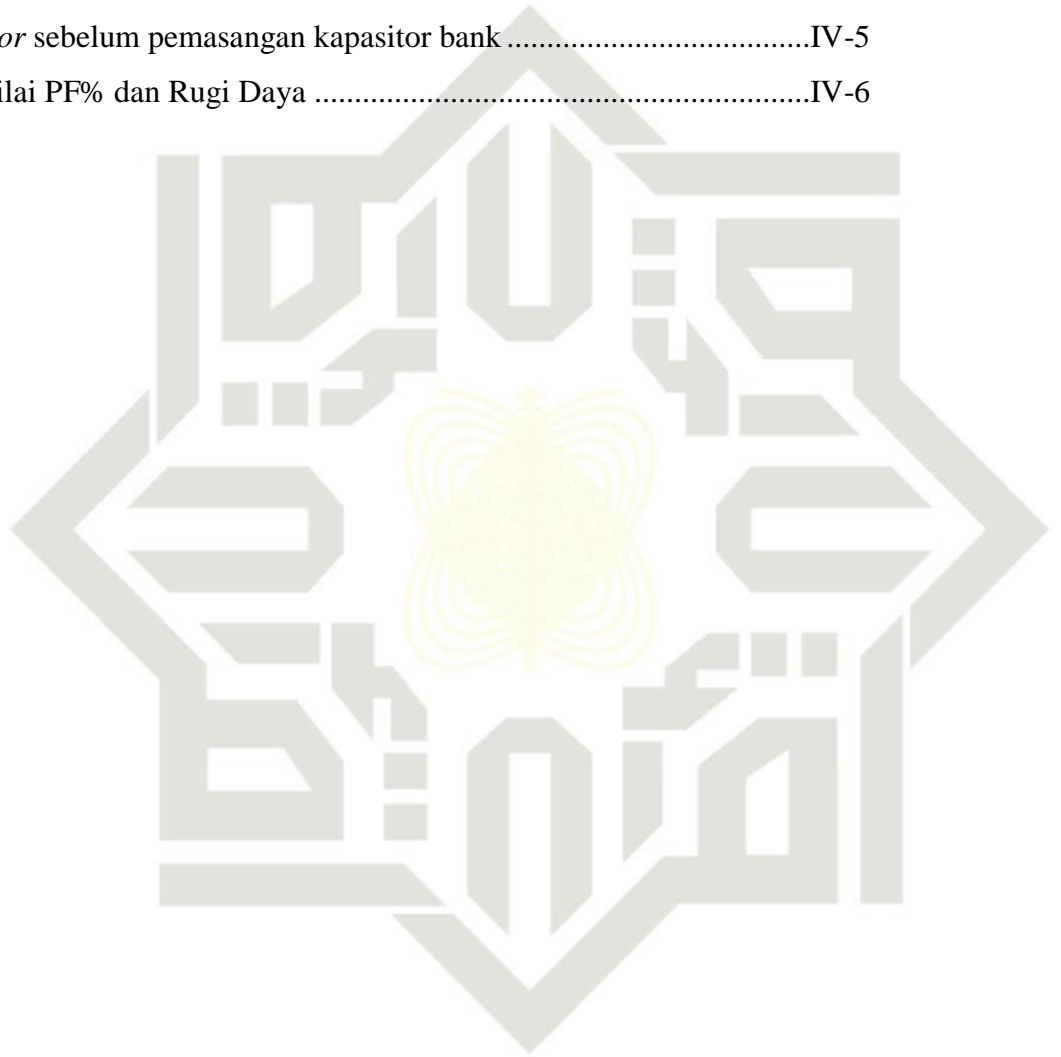
UIN SUSKA RIAU

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Sistem Penyaluran Tenaga Listrik	II-4
2. Struktur jaringan radial ganda	II-7
3. Konfigurasi jaringan radial.....	II-8
4. Konfigurasi Jaringan Hantar Penghubung.....	II-9
2.5. Konfigurasi Jaringan loop	II-9
2.6. Konfigurasi jaringan spindel	II-10
2.7. Konfigurasi sistem kluster	II-11
2.8. Hubungan tegangan menengah ke tegangan rendah dan konsumen.....	II-11
2.9. Segitiga Daya.....	II-14
2.10. Diagram Satu garis N-Bus suatu sistem tenaga.....	II-15
2.11. Saluran distribusi dari bus- <i>i</i> ke bus- <i>j</i>	II-21
2.12. Elemen-elemen AC di ETAP	II-25
2.13. Simbol transformator 2 kawat di ETAP	II-25
2.14. Simbol beban statis dan dinamis di ETAP.....	II-25
2.15. Simbol Pemutusan rangkain ETAP	II-25
2.16. Simbol Bus di ETAP	II-26
3.1. Diagram Flowchart	III-3
3.2. <i>Load Flow Analysis</i>	III-5
3.3. <i>Edi study case</i>	III-5
3.4. <i>Load Flow Study Case</i>	III-6
3.5. <i>Run load flow</i>	III-6
4.1. <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Cakalang pada ETAP	IV-2
4.2. Rugi-rugi daya sebelum pemasangan Kapasitor Bank	IV-3
4.3. Nilai LSF pada setiap BUS.....	IV-4
4.4 . Rugi-rugi daya Setelah pemasangan Kapasitor Bank.....	IV-5

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perbedaan jaringan distribusi dengan jaringan transmisi	II-9
1. Nilai <i>power factor</i> sebelum pemasangan kapasitor bank	IV-3
2. Nilai <i>power factor</i> sebelum pemasangan kapasitor bank	IV-5
3. Perbandingan Nilai PF% dan Rugi Daya	IV-6



UIN SUSKA RIAU

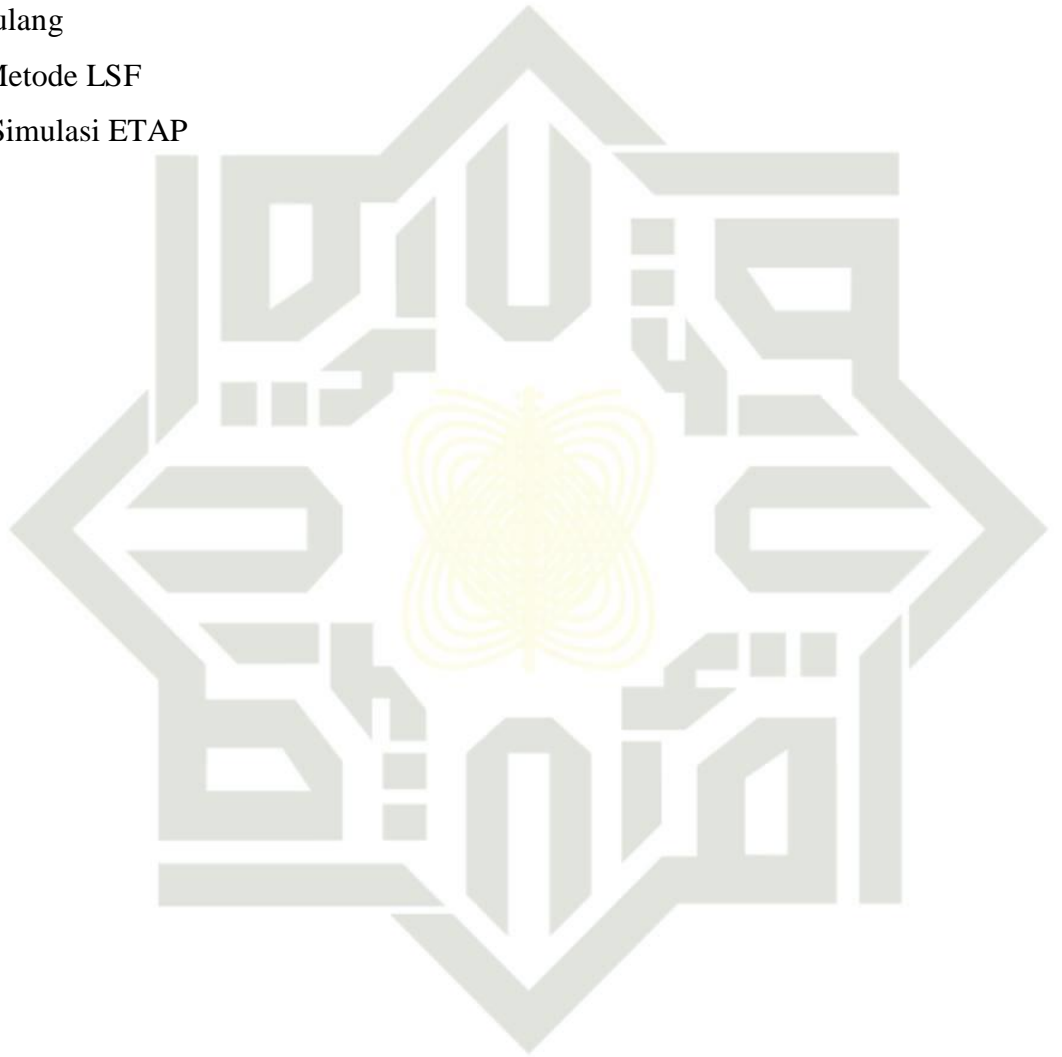
DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

- A. *Singel Line Diagram*
- B. *Data tranformator dan data beban*
- C. *Panjang Penyulang*
- D. *Perhitungan Metode LSF*
- E. *Report Hasil Simulasi ETAP*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada zaman sekarang ini Perkembangan teknologi yang semakin pesat memicu kebutuhan akan energi, terutama energi listrik. Jumlah konsumsi energi final Indonesia terus meningkat, terutama energi listrik, untuk sektor rumah tangga, komersil, dan industri terjadi peningkatan setiap tahunnya. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) merilis Keputusan Menteri ESDM Nomor 143K/20/MEM/2019 tentang Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional Tahun 2019 sampai dengan Tahun 2038. Dalam keputusan itu, ESDM memproyeksikan rata-rata pertumbuhan kebutuhan energi listrik nasional sekitar 6,9 persen per tahun. Masalah pada listrik menjadi polemik yang berkepanjangan dan memunculkan berbagai kondisi dalam kehidupan manusia. Kondisi ini mengindikasikan bahwa listrik sudah menjadi bagian yang amat penting bagi Manusia. Oleh karena itu tidak berlebihan jika listrik dikatakan salah satu kebutuhan utama bagi penunjang dan pemenuhan kebutuhan manusia. Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik diperlukan sistem yang baik untuk menyalurkan energi listrik dari penyedia sampai kekonsumen, Pengaturan sistem penyaluran energi listrik dari penyedia sampai konsumen yang ada di Indonesia diatur oleh sebuah Badan usaha milik negara (BUMN) yaitu PT.PLN (Persero)[1].

PT. PLN (Persero) adalah perusahaan listrik nasional yang bertanggung jawab terhadap kebutuhan dan pelayanan energi listrik di Indonesia. Pertumbuhan penduduk menjadi salah satu dari sekian banyak masalah yang dihadapi oleh PT.PLN, dimana terjadi ketidakseimbangan di masyarakat dalam memenuhi kebutuhan dan pelayanan energi listrik. PT.PLN (Persero) sebagai perusahaan penyedia tenaga listrik terdistribusinya listrik ke konsumen secara handal, kontiniu, dan efisien. Ketentuan ini sudah ditetapkan dalam UU No. 30 Tahun 2009 pasal 28 tentang ketenagalistrikan, yang berbunyi bahwa pemegang izin usaha penyediaan tenaga listrik wajib menyediakan tenaga listrik yang memenuhi standar mutu keandalan yang berlaku dan memberikan pelayanan yang sebaik-baiknya kepada konsumen dan masyarakat.[3] Namun nyatanya kualitas layanan listrik untuk wilayah perdesaan pada saat ini masih di bawah standar. Hal ini disebabkan oleh tingkat kepadatan penduduk yang rendah sehingga dalam pendistribusian tenaga listrik

menggunakan saluran distribusi yang panjang, yang mengakibatkan secara teknis kurangnya penguatan pada sistem pendistribusian energi listrik yang dikirim, karena tingginya kehilangan tegangan dan daya pada saluran[4].

Sistem kelistrikan wilayah Provinsi Riau dan Kepulauan Riau dibagi menjadi 4 area pelayanan, 3 diantaranya Pekanbaru, Dumai, dan Rengat dengan sumber listrik yang disuplai dari Subsistem Riau. Dan Satu area yang di suplai dari sistem Isolated yaitu Area Tanjung Pinang. Untuk area Pekanbaru terdapat 5 Unit Layanan Pelanggan (ULP)/Rayon, yaitu Rayon Kota Timur, Rayon Kota Barat, Rayon Simpang Tiga, Rayon Panam, dan Rayon Rumbai. Rayon Simpang Tiga, merupakan Rayon dengan jumlah peningkatan permintaan energi listrik terbesar dibandingkan dengan rayon lain yang ada di Pekanbaru, dengan jumlah peningkatan permintaan listrik sebesar 62,65 MW yang mana pada tahun 2017 jumlah pemakaian energi listrik 372,96 MW dan pada tahun 2018 naik menjadi 435,61 MW. Sedangkan untuk rayon lain, Rayon Kota Timur peningkatan permintaan listrik sebesar 13,55 MW, pada tahun 2017 419,06 MW dan pada tahun 2018 naik menjadi 432,61 MW. Rayon Kota Barat peningkatan permintaan listrik sebesar 23,32 MW, pada tahun 2017 436,51 MW dan pada tahun 2018 naik menjadi 486,83 MW. Rayon Rumbai peningkatan permintaan listrik sebesar 5,25 MW, pada tahun 2017 142,77 MW dan pada tahun 2018 naik menjadi 148,02 MW. Dan untuk Rayon Panam peningkatan permintaan listrik sebesar 15,32 MW, pada tahun 2017 386,92 MW dan pada tahun 2018 naik menjadi 402,20 MW [5].

Saat ini PT.PLN (Persero) Rayon Simpang Tiga bertanggung jawab atas sistem distribusi listrik ke konsumen dengan mengelolah 21 Penyulang dengan total seluruh panjang penyulang 435.1 KMS. Penyulang Cakalang merupakan salah satu penyulang yang ada di PT.PLN (Persero) Rayon Simpang Tiga dengan panjang penyulang 65 KMS dengan jumlah konsumen 15766 Pelanggan. Berdasarkan data rekam medik dari penyulang PLN Simpang Tiga, penyulang Cakalang merupakan penyulang dengan trip terbanyak pada tahun 2020 dengan jumlah trip 23 kali. Pada penyulang cakalang ini banyak menyuplai daerah pedesaan diantaranya Desa kubang jaya, Teluk kenidai, dan lubuk siam.[5]

Dikarenakan Kondisi panjangnya saluran penyulang dan tingginya beban yang di suplai serta meningkatnya jumlah permintaan listrik setiap tahunnya, menjadi faktor yang mempengaruhi kualitas pendistribusian energi listrik. Karena dengan semakin

meningkatkan permintaan kebutuhan energi listrik maka semakin besar pula beban yang di tanggung oleh Gardu Induk dan apabila posisi beban semakin jauh dari pembangkit maka akan menyebabkan peningkatan rugi-rugi daya. Dalam suatu sistem tenaga listrik, menurunnya nilai faktor daya PF ($\cos\phi$) adalah sebuah masalah yang harus di minimalisir. Sebab dengan menurunnya PF , baik konsumen dan pemasok energi listrik akan mengalami kerugian. Bagi konsumen, kerugiannya antara lain tegangan sistem menjadi turun, pasokan daya listrik tidak bisa dimaksimalkan. Faktor yang mempengaruhi turunya PF adalah pemakaian beban induktif.

Kapasitor bank merupakan suatu kapasitor yang terdiri lebih dari satu unit kapasitor yang saling terhubung paralel maupun seri untuk menginjeksikan daya reaktif ke sistem tenaga listrik sehingga meminimisasi adanya rugi-rugi daya. Pada sistem distribusi, jika suatu jaringan tidak memiliki sumber daya reaktif di daerah sekitar beban maka semua kebutuhan beban reaktifnya dipikul oleh gardu induk yang tersuplai dari generator pada pembangkit listrik, sehingga akan mengalir arus reaktif pada jaringan yang mengakibatkan faktor daya menurun dan mengurangi rugi-rugi daya. Jika penempatan kapasitor tidak tepat dapat menyebabkan rugi daya yang besar. Oleh karena itu perlu adanya kajian untuk menentukan penempatan kapasitor bank di jaringan distribusi.

Metode aliran daya yang digunakan metode Newton-Rapshon dan akan disimulasikan dengan software ETAP, karena pada dasarnya metode ini merupakan metode Gauss-Siedel yang diperluas dan disempurnakan. Metode Newton-Raphson juga mempunyai perhitungan yang lebih baik dari pada metode gauss-Sidel bila untuk sistem tenaga yang lebih besar, komputasi perhitungannya pun lebih cepat. Simulasi aliran daya merupakan penentuan atau perhitungan tegangan, arus, daya aktif maupun daya reaktif yang terdapat pada berbagai titik jaringan listrik pada keadaan oprasi normal, dengan studi aliran daya dapat mengetahui tegangan-tegangan pada setiap bus yang ada dalam sistem, baik magnitude maupun sudut fasa tegangan, daya aktif dan daya reaktif yang mengalir dalam setiap saluran yang ada dalam sistem.[6]

Selanjutnya untuk Metode yang digunakan untuk menentukan lokasi penempatan kapasitor bank adalah metode *loss sensitivity factor* (LSF), yang mana keunggulan metode ini dapat menentukan rugi daya terbesar pada setiap bus secara cepat dengan mencari suatu

lain factor yang bertujuan untuk mengurangi rugi daya. Sehingga nilai LSF pada setiap bus akan diurutkan dan nilai terbesar akan menjadi prioritas penempatan kapasitor bank.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, maka penulis tertarik melakukan penelitian yang berjudul “**Analisis Pemasangan Kapasitor Bank Pada Jaringan Distribusi Penyulang Cakalang PT.PLN Persero Rayon Simpang Tiga Pekanbaru**”.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana menentukan kapasitas dan lokasi penempatan kapasitor bank pada jaringan distribusi Penyulang Cakalang
2. Bagaimana nilai *Power Factor* sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor Bank
3. Bagaimana perbandingan nilai power factor dan rugi-rugi daya sebelum dan sesudah pemasangan Kapasitor Bank.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian adalah :

1. Untuk Mengetahui kapasitas dan lokasi penempatan kapasitor bank pada jaringan distribusi Penyulang Cakalang.
2. Untuk Mengetahui nilai *Power Factor* dan rugi-rugi sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor Bank
3. Untuk Mengetahui perbandingan nilai power factor dan rugi-rugi daya sebelum dan sesudah pemasangan Kapasitor Bank.

Batasan Masalah

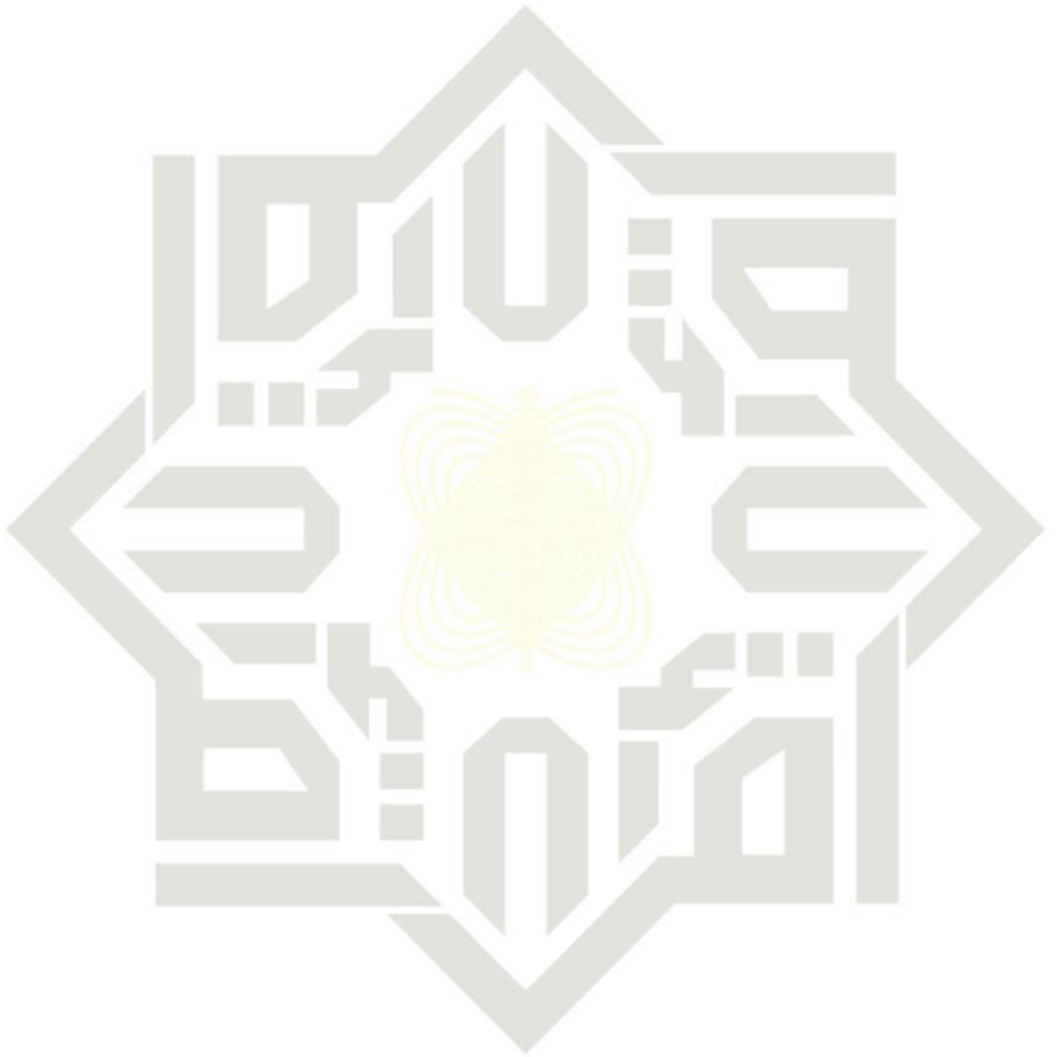
1. Menentukan penempatan kapasitor bank menggunakan metode *loss sensitivity factor* (LSF).
2. Analisa aliran daya menggunakan metode aliran daya *Newton Rapshon*
3. Simulasi menggunakan Software ETAP.
4. Penempatan kapasitor bank dilakukan dengan simulasi.

Manfaat Penelitian

1. Mendapatkan wawasan mengenai potensi yang perlu dikembangkan pada sistem kelistrikan dengan menggunakan Kapasitor Bank.
2. Hasil penelitian ini bisa menjadi salah satu acuan dalam pemanfaatan pemasangan Kapasitor Bank secara efisien.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Penelitian dengan judul “Analisa Ekonomi Terhadap Pemasangan Kapasitor Bank Pada Penyulang Krapyak 03 Menggunakan ETAP 12.6.0”. Pertumbuhan beban pada sistem tenaga listrik akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya pembangunan dan juga kemajuan teknologi . Pertumbuhan beban di era modern seperti dewasa ini banyak peralatan listrik yang memiliki beban yang bersifat induktif seperti motor-motor listrik , AC , dan beban yang bersifat induktif lainnya , tentu beban-beban listrik yang bersifat induktif ini membutuhkan daya reaktif guna pembentukan medan magnet sedangkan di sistem kelistrikan seperti sistem distribusi tidak memiliki suplai daya reaktif di sekitar beban sehingga kebutuhan daya reaktif akan di pikul oleh generator di pusat pembangkitan. Salah satu metode yang banyak di gunakan untuk mensuplai daya reaktif dari sistem adalah dengan penambahan kapasitor bank pada sistem tenaga listrik tersebut sehingga akan menaikan faktor daya dan juga akan mengurangi rugi daya pada sistem Pemasangan kapasior bank pada sistem distribusi 20 kv pada penyulang krapyak 03 sebesar 3,79 mvar dengan total nilai investasi sebesar Rp . 2.516.360.000 dengan lama payback periode selama 27,3 bulan .pemasangan kapasitor bank ini dapat mesuplai kebutuhan daya reaktif pada penyulang tersebut. Dari hasil perhitungan setelah pemasanagn kapasitor bank pada penyulang tersebut dapat menurunkan tingkat tegangan jatuh pada penyulang yang semula melebihi batas SPLN T6 001 :2013 yaitu lebih dari 10 % menjadi memenuhi batas SPLN T6 001 :2013 dan juga dapat menekan rugi-rugi daya aktif dan daya reaktif sebesar 22 % [7].

Penelitian dengan judul “Kajian Penempatan Kapasitor Bank Menggunakan Metode Algoritma Genetik Pada South Balam Feeder 1 PT Chevron Pasifik Indonesia”. Menjelaskan bahwa penelitian ini dilakukan untuk mengurangi daya reaktif induktif diperoleh sumber daya reaktif kapasitif. Hasil dari penelitian ini adalah berdasarkan hasil analisaa aliran daya sebelum penempatan kapasitor bank untuk kondisi beban puncak maka besar tegangan sistem berada <95% dari tegangan nominal atau dibawah tegangan 13,11 kV pada 8 titik yang akan direncanakan akan dipasang kapasitor bank. Sedangkan setelah penempatan kapasitor bank maka sistem memerlukan kompensasi daya

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

reaktif dengan rating kVAR sebesar 2400 kVAR yang dipasang pada titik X3; X4; X5 dan X8 dengan masing-masing kapasitas 600 kVAR dengan tegangan kerja sistem masih $< 95\%$ dari tegangan nominal dibawah tegangan 13,11 kV pada 2 titik yang direncanakan akan dipasang kapasitor bank agar tegangan kerja sistem dapat dicapai $\geq 95\%$ atau $\geq 13,11$ kV dari tegangan nominal[8].

Analisis Rugi Daya Sistem Distribusi Dengan Peningkatan Injeksi Jumlah Pembangkit Tersebar. Dari hasil analisis dan pembahasan pada penelitian ini mengenai injeksi pembangkit tersebar dengan jenis *DG Solar Photovoltaik* dan *PLTMH*. Metode aliran daya yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode aliran daya *Newton Rapshon* selanjutnya melakukan simulasi menggunakan aplikasi ETAP dari hasil simulasi dapat menentukan Lokasi injeksi yang diambil pada bus yang memiliki rugi daya dan penurunan tegangan yang cukup besar. Dengan lima (5) skenario pada penyulang dampit kabupaten Malang menunjukkan dampak yang signifikan terhadap naiknya profil tegangan untuk semua bus dan mengurangi rugi-rugi daya yang terjadi pada penyulang Dampit. Dampak pada level tegangan; Skenario injeksi Pembangkit Tersebar yang diterapkan menunjukkan hasil terbaik pada skenario -5 yaitu level tegangan naik dari -10% menjadi -1% atau dari 0.90 p.u menjadi 0.99 p.u. Dampak pada rugi-rugi daya; Skenario injeksi Pembangkit Tersebar yang diterapkan menunjukkan hasil terbaik pada skenario-2 yaitu besarnya rugi- rugi daya menurun dari 0.040 + j0.078 MVA atau dari 4.37% menjadi 1.05% untuk daya aktif (P) dan 10.98% menjadi 1.98% untuk daya reaktif (Q)[9].

Analisa Perbandingan Pemasangan *Distribution Generator* Dan Kapasitor Bank Pada Jaringan Distribusi 20 KV di Penyulang Sebang PT. PLN Rayon Duri. Pada penelitian ini membahas tentang perbandingan penggunaan DG dan Kapasitor Bank terhadap profil tegangan. Pada penelitian ini menggunakan janis DG yang menginjeksikan daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) dengan kapasitas injeksi 40%. Untuk analisa aliran daya menggunakan metode aliran daya *Newton Rapshon* dan Untuk menentukan lokasi penempatan DG menggunakan metode *Voltage Stabilituy Index (VSI)* yang disimulasikan pada *software* ETAP. Dengan hasil penelitian Nilai rugi-rugi daya aktif sebelum dipasang DG dan kapasitor bank sebesar 231,6 kW dan rugi-rugi daya reaktif sebesar 314,8 kVAR. Saat terpasang DG rugi-rugi daya aktif sebesar 103,2 kW dan rugi-rugi daya reaktif sebesar 5,9 kVAR. Dan pada saat terpasang kapasitor bank rugi-rugi daya aktif sebesar 196,4 kW dan rugi daya reaktif sebesar 227,8 kVAR. Dilihat dari

segi ekonomi biaya investasi untuk pemasangan DG dengan *payback period* selama 12 tahun sebesar Rp 2.240.000.000. Sedangkan untuk pemasangan kapasitor bank dengan *payback period* selama 7,7 tahun biaya investasi sebesar Rp. 459.760.000[10].

Penelitian dengan judul “Analisis dan simulasi pengaruh pemasangan kapasitor Bank untuk perbaikan factor daya menggunakan Simulink pada sistem tenaga listrik PT. Bogowonto Primalaras” Mesin-mesin industri seperti motor-motor listrik yang mengandung gulungan-gulungan kawat (induktor) yang dimana beban-beban yang bersifat induktif meyerap daya reaktif untuk kebutuhan magnetisasi, sehingga sumber (pembangkit listrik) harus mensuplai daya yang lebih besar. Tentunya Keadaan seperti ini dapat menyebabkan jatuh tegangan, arus pada jaringan bertambah dan faktor daya rendah pada daerah dekat beban. Maka dengan pemasangan capasitor bank yang bertujuan untuk meningkatkan faktor daya. Dan dengan melakukan simulasi Simulink dapat diketahui efesiensi dari pemasangan capasitor bank sebagai bahan pertimbangan untuk memperbaiki faktor daya pada PT. Bogowonto Primalaras. Dari hasil perhitungan manual didapatkan nilai kompensasi daya reaktif untuk perbaikan faktor daya sebesar 328,033 KVAR pada L1 dan 214,71 pada L2 sedangkan dari hasil simulasi simulink didapatkan perbaikiakan faktor daya 0,988 pada L1 dan 0,991 pada L2[11].

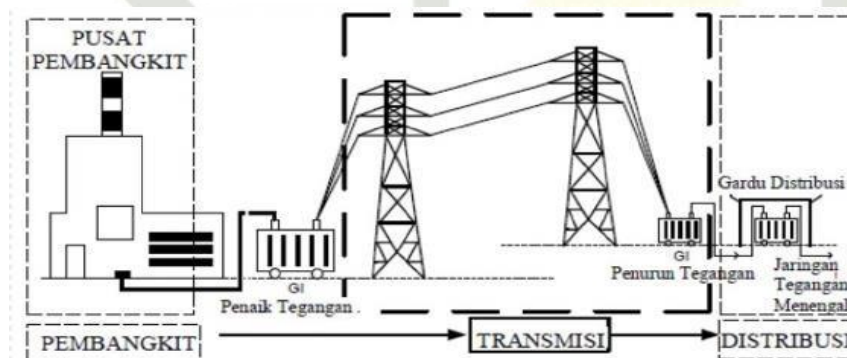
Berdasar penelitian-penelitian terkait,dapat disimpulkan bahwa penempatan kapasitor bank dapat mengurangi rugi-rugi daya dan meningkatkan *power factor* sehingga membuat sistem distribusi tenaga listrik menjadi lebih handal. Penelitian ini mengadopsi penelitian terkait Selo dkk dan fikri muhammad, namun perbedaaan nya pada metode yang dipilih dalam menentukan letak kapasitor bank. Penelitian selo dkk memakai metode algoritma dan fikri muhammad memakai metode VSI, sedangkan pada penelitian ini menggunakan metode *loss sensitivyti factor* (LSF).

2.2 Sistem Tenaga Listrik

Sistem Tenaga Listrik adalah beberapa unsur perangkat peralatan yang terdiri dari pembangkitan, penyaluran, distribusi dan pelanggan, yang saling terkoneksi sehingga menghasilkan tenaga listrik. Tenaga listrik hanya dibangkitkan pada tempat-tempat tertentu, Sedangkan konsumen tenaga listrik tersebar diberbagai tempat, maka penyampaian tenaga listrik dari tempat dibangkitkan sampai ketempat konsumen memerlukan berbagai penanganan teknis. Tenaga listrik dibangkitkan dalam pusat- pusat listrik seperti PLTA, PLTG, PLTU, PLTD, dan PLTP kemudian disalurkan melalui

saluran transmisi setelah tegangannya dinaikkan terlebih dahulu oleh transformator step up yang ada dipusat listrik. Di PLN kebanyakan mempunyai tegangan 500 kV, 150 kV dan 66 kV. Khusus untuk tegangan 500 kV disebut sebagai tegangan ekstra tinggi[11].

Setelah tenaga listrik dialirkan melalui saluran transmisi ke Gardu Induk (GI) untuk diturunkan tegangannya melalui transformator step down menjadi tegangan menengah atau yang juga disebut sebagai tegangan distribusi primer. Tegangan distribusi primer yang dipakai PLN adalah 6 kV, 12 kV dan 20 kV. Saat ini menunjukkan bahwa tegangan distribusi primer PLN yang berkembang adalah 20 kV. Jaringan setelah keluar dari gardu induk biasa disebut jaringan distribusi, sedangkan jaringan antara gardu induk dengan pusat listrik biasa disebut jaringan transmisi. Setelah tenaga listrik disalurkan melalui jaringan distribusi primer maka kemudian tenaga listrik, diturunkan tegangannya dalam gardu-gardu distribusi dengan trafo step down menjadi tegangan rendah dengan tegangan 380/220 Volt atau 220/127 Volt, setelah itu disalurkan melalui Jaringan tegangan rendah (JTR) untuk selanjutnya disalurkan ke rumah-rumah pelanggan PLN melalui Sambungan Rumah[11].



Gambar 2.1 Sistem penyaluran tenaga listrik[11]

Sistem pembangkit (*generation plant*) terdiri dari satu atau lebih unit pembangkit yang akan mengkonversikan energi mekanik menjadi energi listrik dan harus mampu menghasilkan daya listrik yang cukup sesuai kebutuhan konsumen. Sistem transmisi berfungsi mentransfer energi listrik dari unit-unit pembangkitan di berbagai lokasi dengan jarak yang jauh ke sistem distribusi, sedangkan sistem distribusi berfungsi untuk menghantarkan energi listrik ke konsumen, seperti ditunjukkan pada gambar 2 dibawah ini. Berikut adalah perbedaan antara jaringan distribusi dengan jaringan transmisi:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 2.1 Perbedaan antara jaringan Distribusi dengan jaringan transmisi.

Dilihat dari Segi	Jaringan Distribusi	Jaringan Transmisi
Letak lokasi jaringan	Dalam kota	Luar kota
Tegangan system	<30 KV	>30 KV
Bentuk jaringan	<i>Radial, Loop, Paralel</i> Interkoneksi	<i>Radial dan Loop</i>
Sistem jaringan	Saluran udara dan saluran bawah tanah	Saluran udara dan bawah laut
Konstruksi jaringan	Lebih rumit dan beragam	Lebih sederhana
Analisa rangkaian	Lebih kompleks	Lebih sederhana
Komponen rangkaian yang diperukan	Komponen R dan L	Komponen R, L dan C
Penyangga jaringan	Tiang jaringan	Menara jaringan
Tinggi jaringan	Kurang dari 20 m	30 – 200 m
Kawat pengantar	BCC, ASC, ACC, dan AAAC	ACSR dan ACAR
Kawat tarikan	Dengan kawat tarikan	Tanpa kawat tarikan
Isolator jaringan	Jenis pasak (pin) Jenis pos (batang) Jenis gantungan Jenis cincing	Jenis gantung

2.3 Sistem distribusi

Jaringan distribusi adalah suatu sistem jaringan yang berfungsi untuk menyalurkan energi listrik dari pusat listrik hingga ke rumah-rumah dan konsumen lainnya (pelanggan). Dalam istilah lain dijelaskan bahwa sistem distribusi adalah

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

keseluruhan komponen dari sistem tenaga listrik yang menghubungkan secara langsung antara sumber daya yang besar (seperti pada gardu transmisi) dengan konsumen tenaga listrik. Secara umum yang termasuk ke dalam sistem distribusi antara lain:

1. Gardu Induk

Gardu Induk merupakan unit di dalam sistem distribusi yang berfungsi untuk menerima daya dari sistem transmisi untuk kemudian diteruskan sistem distribusi. Di dalam Gardu Induk ini tegangan dari sistem transmisi (150kV-500kV) akan diubah menjadi tegangan untuk distribusi (20kV).

2. Jaringan Subtransmisi

Jaringan subtransmisi merupakan jaringan yang berfungsi untuk mengalirkan daya dari GI menuju gardu distribusi. Namun jaringan subtransmisi belum tentu ada di seluruh sistem distribusi, karena jaringan subtransmisi merupakan jaringan dengan tegangan peralihan. Seandainya pada jaringan transmisi tegangan yang dipakai adalah 500 kV, maka setelah masuk GI tegangan menjadi 150 kV (belum termasuk tegangan distribusi). Sehingga jaringan ini dinamakan subtransmisi karena masih bertegangan tinggi.

3. Gardu Distribusi Utama

Gardu distribusi merupakan unit dalam sistem distribusi yang berfungsi untuk menyalurkan daya dari GI atau jaringan subtransmisi untuk kemudian disalurkan kepada penyulang primer atau langsung kepada konsumen.

4. Saluran Penyulang Utama

Saluran penyulang utama merupakan saluran atau rangkaian yang berfungsi untuk menghubungkan antara gardu distribusi utama dengan gardu transformator distribusi atau menghubungkan GI dengan gardu transformator distribusi.

5. Transformator Distribusi

Transformator distribusi berada di dalam gardu-gardu distribusi. Berfungsi untuk mengubah tegangan menengah (20 kV) menjadi tegangan rendah (220/380 V). Kemudian daya dengan tegangan rendah tersebut disalurkan kepada konsumen.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

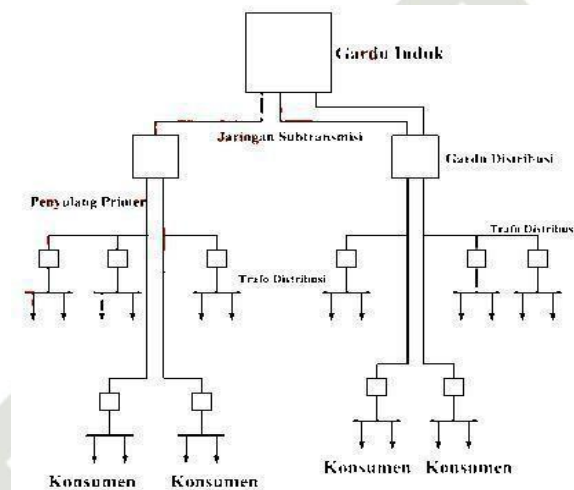
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

6 Rangkaian Sekunder

Rangkaian sekunder merupakan rangkaian yang berasal dari gardu-gardu distribusi yang berfungsi untuk melayani konsumen yang tersebar di sepanjang simpul-simpul distribusi. Gambar 2.2 merupakan contoh dari komponen penyusun sistem distribusi.



Gambar 2.2. Struktur Jaringan Radial Ganda[12]

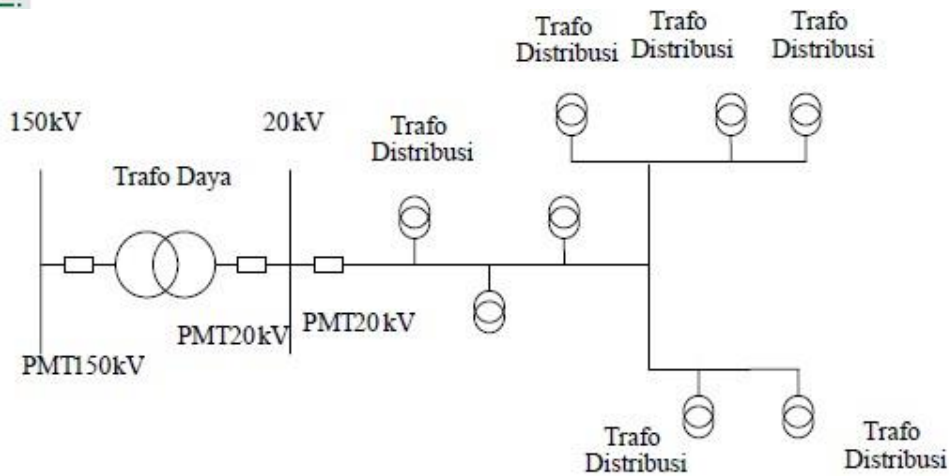
2.3.1 Sistem Jaringan Distribusi Primer

Sistem jaringan distribusi primer terletak antara gardu induk dengan gardu pembagi, yang memiliki tegangan sistem lebih tinggi dari tegangan terpakai untuk konsumen. Standar tegangan untuk jaringan distribusi primer ini adalah 6 kV, 10 kV, dan 20 kV. Sistem jaringan distribusi primer dapat dikelompokkan menjadi lima model, yaitu Jaringan Radial, Jaringan Hantaran Penghubung (Tie Line), Jaringan Lingaran (Loop), Jaringan Spindel dan Sistem Gugus atau Kluster.

1 Jaringan Radial

Sistem distribusi dengan pola radial seperti Gambar 2.3 adalah sistem distribusi yang paling sederhana dan ekonomis. Pada sistem ini terdapat penyulang yang menyuplai beberapa gardu distribusi secara radial. Dalam penyulang tersebut dipasang gardu-gardu distribusi untuk konsumen. Gardu distribusi adalah tempat dimana trafo untuk konsumen dipasang. Gardu distribusi dapat diletakkan dalam bangunan beton

atau diletakkan diatas tiang. Keuntungan dari sistem ini adalah sistem ini tidak rumit dan lebih murah dibanding dengan sistem yang lain.



Gambar 2.3 Konfigurasi Jaringan Radia[12]

Namun keandalan sistem ini lebih rendah dibanding dengan sistem lainnya. Kurangnya keandalan disebabkan karena hanya terdapat satu jalur utama yang menyuplai gardu distribusi, sehingga apabila jalur utama tersebut mengalami gangguan, maka seluruh gardu akan ikut padam. Kerugian lain yaitu mutu tegangan pada gardu distribusi yang paling ujung kurang baik, hal ini dikarenakan jatuh tegangan terbesar ada diujung saluran.

2 Jaringan Hantaran Penghubung (*Tie Line*)

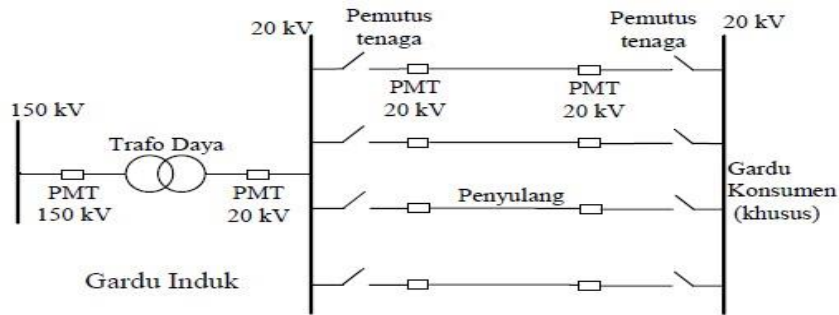
Sistem distribusi *Tie Line* seperti Gambar 2.4 digunakan untuk pelanggan penting yang tidak boleh padam seperti Bandar Udara, Rumah Sakit, dan lain-lain. Sistem ini memiliki minimal dua penyulang sekaligus dengan tambahan *Automatic Change Over Switch / Automatic Transfer Switch*, setiap penyulang terkoneksi ke gardu pelanggan khusus tersebut sehingga bila salah satu penyulang mengalami gangguan maka pasokan listrik akan di pindah ke penyulang lain.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

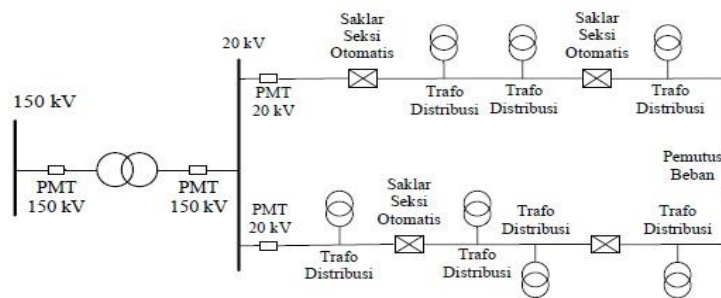
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.4 Konfigurasi Jaringan Hantaran Penghubung[12]

3. Jaringan Lingkar (*Loop*)

Pada Jaringan Tegangan Menengah Struktur Lingkaran (*Loop*) seperti Gambar 2.5 dimungkinkan pemasokannya dari beberapa gardu induk, sehingga dengan demikian tingkat keandalannya relatif lebih baik.



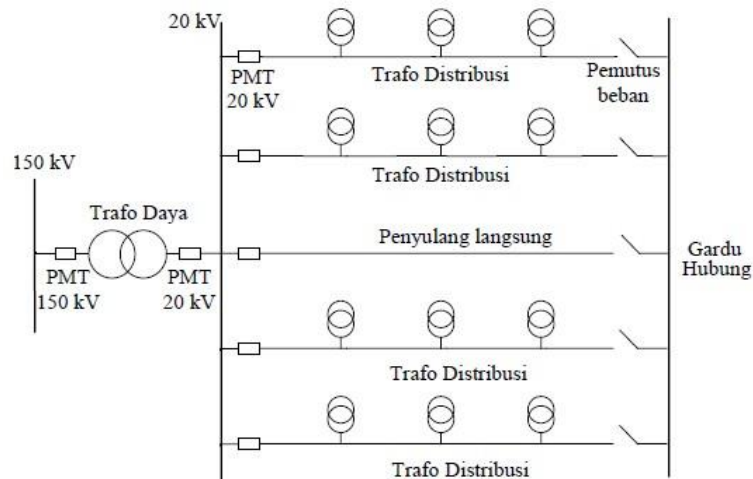
Gambar 2.5 Konfigurasi Jaringan Loop[12]

4. Jaringan Spindel

Sistem Spindel seperti pada Gambar 2.6 adalah suatu pola kombinasi jaringan dari pola Radial dan Ring. Sistem Spindel terdiri dari beberapa penyulang (*feeder*) yang tegangannya diberikan dari Gardu Induk dan tegangan tersebut berakhir pada sebuah Gardu Hubung. Pada sebuah spindel biasanya terdiri dari beberapa penyulang aktif dan sebuah penyulang cadangan (*express*) yang akan dihubungkan melalui gardu hubung. Pola Spindel biasanya digunakan pada Jaringan Tegangan Menengah (JTM) yang menggunakan kabel tanah/saluran kabel tanah tegangan menengah (SKTM).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

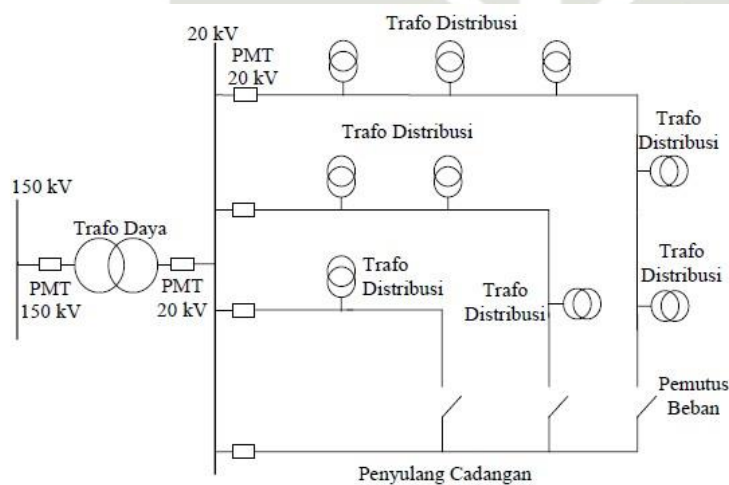


Gambar 2.6 Konfigurasi Jaringan Spindel[12]

Namun pada pengoperasiannya, sistem Spindel berfungsi sebagai sistem Radial. Didalam sebuah penyulang aktif terdiri dari gardu distribusi yang berfungsi untuk mendistribusikan tegangan kepada konsumen baik konsumen Tegangan Rendah (TR) atau Tegangan Menengah (TM).

5. Sistem Gugus atau Sistem Kluster

Konfigurasi Gugus seperti pada Gambar 2.7 banyak digunakan untuk kota besar yang mempunyai kerapatan beban yang tinggi. Dalam sistem ini terdapat Saklar Pemutus Beban dan penyulang cadangan. Dimana penyulang ini berfungsi bila ada gangguan yang terjadi pada salah satu penyulang konsumen maka penyulang cadangan inilah yang menggantikan fungsi suplai kekonsumen.



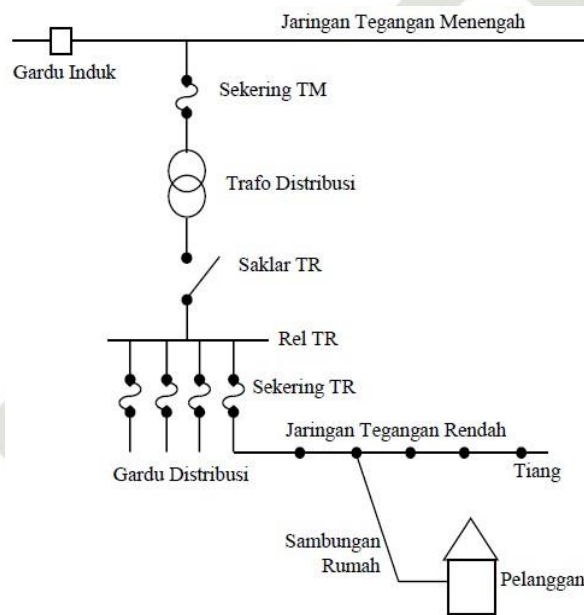
Gambar 2.7 Konfigurasi Sistem Kluster

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.3.2 Sistem Jaringan Distribusi Sekunder

Sistem jaringan distribusi sekunder atau sering disebut sistem distribusi tegangan rendah merupakan jaringan yang berfungsi sebagai penyalur tenaga listrik dari gardu-gardu pembagi (gardu distribusi) ke pusat-pusat beban (konsumen tenaga listrik). Besarnya standar tegangan untuk jaringan distribusi sekunder ini adalah 127/220 V untuk sistem lama, dan 220/380 V untuk sistem baru, serta 440/550 V untuk keperluan industri.



Gambar 2.8 Hubungan tegangan menengah ke tegangan rendah dan konsumen

2.4 Kapasitor Bank

Kapasitor bank merupakan suatu kapasitor yang terdiri lebih dari satu unit kapasitor yang saling terhubung paralel maupun seri untuk menginjeksikan daya reaktif ke sistem tenaga listrik sehingga meminimisasi adanya voltage drop dan rugi-rugi daya. Pada sistem distribusi, jika suatu jaringan tidak memiliki sumber daya reaktif di daerah sekitar beban maka semua kebutuhan beban reaktifnya dipikul oleh gardu induk yang tersuplai dari generator pada pembangkit listrik, sehingga akan mengalir arus reaktif pada jaringan yang mengakibatkan faktor daya menurun, voltage drop, dan mengurangi rugi-rugi daya. Sehingga dengan adanya pemasangan kapasitor bank mampu memperbaiki kualitas dan stabilitas sistem pada kondisi yang baik.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Kapasitor bank pada sistem tenaga terdiri dari bushing, discharge resistor dan elemen kapasitor atau plat-plat. Bushing digunakan sebagai penghubung konduktor dalam saluran distribusi, discharge resistor sebagai media untuk pengumpulan kembali tenaga listrik yang sudah dikeluarkan oleh kapasitor bank sedangkan kapasitor element atau plat-plat kapasitor berfungsi sebagai media penyimpanan electron untuk digunakan disaat sistem tersebut membutuhkan.

Pada sistem distribusi tenaga listrik kapasitor biasanya digunakan untuk menekan rugi daya dan juga drop tegangan pada sistem tersebut, sehingga diharapkan dengan pemasangan kapasitor rugi daya dapat ditekan seoptimal mungkin. Untuk prinsip kerja kapasitor, kapasitor tidak selamanya bekerja secara terus menerus 24 jam karena energi yang ada pada kapasitor bank juga akan berkurang sehingga kapasitor bekerja kalau memang dibutuhkan yaitu pada saat beban-beban puncak, kapasitor akan bekerja apabila daya reaktif pada sistem meningkat sehingga membutuhkan peran kapasitor untuk menurunkan daya reaktif tersebut maka diharapkan dengan kondisi tersebut tidak terjadi kenaikan arus yang cukup besar pada saluran, dan kapasitor akan menaikkan faktor daya pada sistem tenaga listrik tersebut.

Penigkatan faktor daya akibat pemasangan kapasitor bank ini bergantung berapa besar kapasitor yang dipasang pada saluran distribusi tersebut pemasangan kapasitor pada saluran distribusi juga harus menggunakan kalkulasi yang matang sehingga didapat hasil yang optimal dari pemasangan tersebut. Dalam era modern dimana kebutuhan listrik akan terus meningkat, beban-beban listrik yang beraneka ragam dan semakin banyaknya peralatan listrik yang bersifat induktif dan kapasitif. Dimana beban induktif membutuhkan daya reaktif seperti trafo, motor, dan lampu TL dan beban kapasitif yang mengeluarkan daya reaktif.

2.5 Studi Aliran Daya

Analisa aliran daya listrik dalam setiap tenaga listrik digunakan untuk menentukan besaran-besaran listrik yang ada pada sistem tenaga listrik, jatuh tegangan, penggunaan beban, hubung singkat, rugi daya, dll. Dalam studi aliran daya perlu sedikit data-data dari generator, transformator, busbar, dan juga beban agar besaran listrik yang lain dapat diketahui.[21]

Daya listrik akan selalu menuju ke beban, sehingga disebut aliran daya atau aliran beban. Studi aliran daya listrik sangat diperlukan sebagai perencanaan perluasan

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

sistem tenaga listrik dan juga sebagai dalam menentukan operasi terbaik untuk sistem tenaga listrik [22]. Studi ini dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai aliran daya atau tegangan sistem dalam kondisi operasi tunak. Informasi ini sangat dibutuhkan guna mengevaluasi unjuk kerja sistem tenaga dan menganalisa kondisi pembangkitan maupun pembebanan. Analisis ini juga memerlukan informasi aliran daya dalam kondisi normal maupun darurat.

Masalah aliran beban mencakup perhitungan analisa dan tegangan sistem pada terminal tertentu atau bus tertentu. Representasi phasa tunggal selalu dilakukan karena sistem dianggap seimbang. Dalam studi aliran daya, bus-bus dibagi dalam tiga macam, yaitu:

- a. *Slack bus/ Swing bus/ bus referensi*
- b. *Voltage controll bus/ bus generator (PV Bus)*

Bus ini dipilih yang membangkitkan atau menyediakan daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) yang tertinggi, hal ini diperlukan untuk melayani kebutuhan daya pada bus beban dan untuk mengimbangi rugi-rugi daya yang dialami saluran transmisi (percabangan antar bus). Pada bus ini nilai tegangan (V) dan sudut phasa ditentukan.

Bus ini bisa dikatakan sebagai asumsi untuk menjaga agar tegangan stabil (*Voltage controller*). Besarnya daya aktif (P) dan tegangan (V) ditetapkan dulu yang sesuai dengan ratingnya. Bus ini akan menyesuaikan diri beberapa besar daya reaktif (Q) yang harus dikeluarkan, hal ini berfungsi untuk mengontrol tegangan bus. Bus ini dilengkapi dengan AVR sebagai pengendali tegangan agar tetap konstan. Nilai min-max daya reaktif (Q) ditetapkan beberapa yang harus dibangkitkan, jika melebihi batas maka besar daya reaktif dipatok pada nilai batas min-max, kemudian bus berubah menjadi bus PQ.

Load bus/ bus beban

Bus ini mempunyai nilai daya aktif (P) dan Reaktif (Q) tertentu sesuai dengan pengukuran pada saat beban puncak. Sedangkan nilai yang akan dicari pada bus ini adalah tegangan (V) dan sudut fase.

2.1 Daya Listrik

Terdapat tiga jenis daya listrik yaitu daya aktif (P), daya reaktif (Q), dan daya total (S).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Daya Aktif (P)

Daya aktif adalah daya nyata atau yang terpakai sebenarnya. Pada prinsipnya daya aktif bersumber dari proses konversi energi primer seperti energi panas, energi mekanik, ataupun energi potensial. Daya aktif dinyatakan dalam satuan watt.

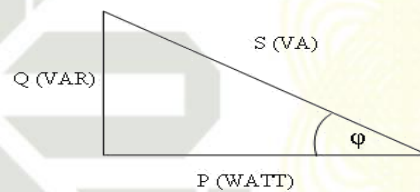
Daya Reaktif (Q)

Daya reaktif adalah daya yang ditimbulkan oleh beban yang bersifat induktif dibutuhkan untuk membentuk medan magnet. Daya reaktif disimbolkan dengan “Q” dengan satuan VAR

Daya Total (S)

Daya total adalah daya yang sebenarnya dari sumber daya yang merupakan hasil perkalian tegangan dan arus disimbolkan dengan “S” dan dinyatakan dalam satuan VA.

konsep ketiga daya diatas dapat dilihat pada gambar segitiga daya dibawah ini:



Gambar 2.9 Segitiga Daya

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa besaran masing-masing daya adalah sebagai berikut:

$$S = V \times I \quad (2.1)$$

$$P = V \times I \times \cos \varphi \quad (2.2)$$

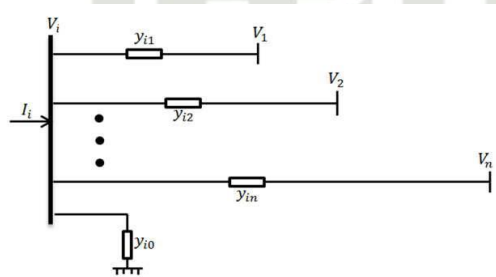
$$Q = V \times I \times \sin \varphi \quad (2.3)$$

Cos φ atau faktor daya merupakan parameter penting dalam sistem tenaga listrik. Cos φ untuk menghubungkan antara ketiga daya dan Cos φ merupakan hubungan perbedaan sudut arus dan tegangan dalam fungsi waktu. Cos φ bernilai negatif Jika sudut arus mendahului tegangan maka beban bersifat *leading*, sedangkan Cos φ bernilai positif jika gelombang arus tertinggal oleh tegangan maka beban tersebut bersifat *lagging*.

Persamaan Aliran Daya

Sistem tenaga listrik merupakan kesatuan beberapa bus yang saling terinterkoneksi. Daya listrik yang dihasilkan generator bukan hanya mengalir pada satu bus melainkan juga mengalir pada semua bus yang saling terhubung. Bila terjadi kelebihan daya pada satu bus maka daya listrik akan di kirim ke bus-bus lain yang kekurangan daya.

Diagram satu garis sistem tenaga yang terdiri dari beberapa bus diperlihatkan pada gambar 2.10



Gambar 2.10 Diagram Satu garis N-Bus dalam suatu sistem tenaga

$$I_i = y_{i0}V_i + y_{i1}(V_i V_1) + y_{i2}(V_i V_2) + \dots + y_{in}(V_i V_n)$$

$$I_i = (y_{i0} + y_{i1} + y_{i2} + \dots + y_{in})V_i - y_{i1}V_1 - y_{i2}V_2 - \dots - y_{in}V_n$$

Didefinisikan:

$$Y_{ii} = y_{i0} + y_{i1} + y_{i2} + \dots + y_{in}$$

$$Y_{i1} = -y_{i1}$$

$$Y_{i2} = -y_{i2}$$

$$Y_{in} = -y_{in}$$

Dinyatakan dalam bentuk matriks admitansi:

$$Y_{bus} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} & \dots & Y_{1n} \\ Y_{21} & Y_{22} & \dots & Y_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Y_{n1} & Y_{n2} & \dots & Y_{nn} \end{bmatrix}$$

Sehingga I_i pada persamaan diatas dapat dituliskan menjadi:

$$I_i = Y_{ii}V_i + Y_{i1}V_1 + Y_{i2}V_2 + \dots + Y_{in}V_n$$

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$I_i = Y_{ii}V_i + \sum_{n=1}^n Y_{in}V_n$$

Persamaan daya pada bus 1 adalah

$P_i - jQ_i = V_i I_i$ dimana V_i *conjuget* pada bus i

$$I_i = \frac{P_i - jQ_i}{V_i}$$

Substitusikan maka diperoleh:

$$\frac{P_i - jQ_i}{V_i} = Y_{ii}V_i + \sum_{n \neq i}^n Y_{in}V_n \quad (2.4)$$

Dari persamaan diatas menggambarkan bahwa aliran daya bersifat tidak linear dan harus diselesaikan dengan metode numerik.

2.5.3 Metode Newton-rapshon

Metode *Newton-rapshon* adalah salah satu metode yang digunakan untuk menyelesaikan aliran daya. pada sistem tenaga yang lebih besar dan linier metode ini memiliki perhitungan lebih baik. Metode ini lebih cepat dalam hal konvergensi dan persamaan aliran daya dirumuskan dalam bentuk polar.

Pada suatu bus yang mana nilai tegangan dan daya reaktif tidak diketahui, nilai real dan imajiner tegangan untuk setiap iterasi didapatkan dengan menghitung nilai daya reaktif terlebih dahulu. Dari persamaan 2.4 diperoleh:

$$P_i - jQ_i = (Y_{ii}V_i + \sum_{n \neq i}^n Y_{in}V_n)V_i \quad (2.5)$$

Dimana $i=n$, sehingga diperoleh

$$P_i = V_i \sum_{n=1}^n Y_{in}V_n$$

$$Q_i = \text{Im}\{V_i \sum_{n=1}^n Y_{in}V_n\}$$

Untuk menerapkan metode *Newton-Raphson* dalam penyelesaian persamaan aliran daya, tegangan bus dan admitansi saluran dalam bentuk polar. Selanjutnya menguraikan Persamaan (2.5) ke dalam unsur *real* dan *imajiner* dan diperoleh:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$V_i = |V_i| < \delta_i$$

$$V_n = |V_n| < \delta_n$$

$$V_{in} = |Y_{in}| < \theta_{in}$$

Dan didapat:

$$P_i j V_i = \sum_{n=1}^n |V_i V_n Y_{in}| < \theta_{in} + \delta_n \delta_i \quad (2.6)$$

$$P_i = \sum_{n=1}^n |V_i V_n Y_{in}| \cos(\theta_{in} + \delta_n \delta_i) \quad (2.7)$$

$$Q_i = \sum_{n=1}^n |V_i V_n Y_{in}| \sin(\theta_{in} + \delta_n \delta_i) \quad (2.8)$$

Langkah awal perhitungan aliran daya dengan metode *Newton-Raphson* dapat dilihat pada persamaan (2.7) dan persamaan (2.8). Penyelesaian aliran menggunakan proses iterasi (k+1). Untuk iterasi pertama menggunakan nilai k = 0 merupakan nilai perkiraan awal yang diterapkan sebelum dimulai perhitungan aliran daya.

Akan diperoleh nilai $P_i^{(k)}$ dan $Q_i^{(k)}$ dari hasil perhitungan daya menggunakan Persamaan (2.7) dan Persamaan (2.8). Hasil ini digunakan untuk menghitung nilai $P_i^{(k)}$ dan $Q_i^{(k)}$ menggunakan persamaan berikut:

$$P_i^{(k)} = P_i \text{ diketahui } P_i^{(k)} \text{ dihitung} \quad (2.9)$$

$$Q_i^{(k)} = Q_i \text{ diketahui } Q_i^{(k)} \text{ dihitung} \quad (2.10)$$

Persamaan (2.9) dan Persamaan (2.10) akan membentuk matriks *Jacobian*. Persamaan matriks *Jacobian* disusun sebagai berikut:

$$\begin{matrix} P_i^{(k)} \\ \vdots \\ P_n^{(k)} \\ Q_i^{(k)} \\ \vdots \\ Q_n^{(k)} \end{matrix} = \begin{matrix} \frac{\partial P_i^{(k)}}{\partial \delta_i} & \dots & \frac{\partial P_i^{(k)}}{\partial \delta_n} & \frac{\partial P_i^{(k)}}{\partial |V_i|} & \dots & \frac{\partial P_i^{(k)}}{\partial |V_n|} \\ \vdots & & \vdots & \vdots & & \vdots \\ \frac{\partial P_n^{(k)}}{\partial \delta_i} & \dots & \frac{\partial P_n^{(k)}}{\partial \delta_n} & \frac{\partial P_n^{(k)}}{\partial |V_i|} & \dots & \frac{\partial P_n^{(k)}}{\partial |V_n|} \\ \frac{\partial Q_i^{(k)}}{\partial \delta_i} & \dots & \frac{\partial Q_i^{(k)}}{\partial \delta_n} & \frac{\partial Q_i^{(k)}}{\partial |V_i|} & \dots & \frac{\partial Q_i^{(k)}}{\partial |V_n|} \\ \vdots & & \vdots & \vdots & & \vdots \\ \frac{\partial Q_n^{(k)}}{\partial \delta_i} & \dots & \frac{\partial Q_n^{(k)}}{\partial \delta_n} & \frac{\partial Q_n^{(k)}}{\partial |V_i|} & \dots & \frac{\partial Q_n^{(k)}}{\partial |V_n|} \end{matrix} \begin{matrix} \delta_i^{(k)} \\ \vdots \\ \delta_n^{(k)} \\ |V_n^{(k)}| \\ \vdots \\ |V_n^{(k)}| \end{matrix} \quad (2.11)$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Secara umum persamaan (2.5) dapat disederhanakan kedalam bentuk:

$$\begin{bmatrix} P^{(k)} \\ Q^{(k)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1 J_2 \\ J_3 J_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta^{(k)} \\ |V|^{(k)} \end{bmatrix}$$

Unsur *Jacobian* didapat dari turunan parsial Persamaan (2.7) dan Persamaan (2.8) kemudian memasukkan nilai tegangan perkiraan pada iterasi pertama. Dari Persamaan (2.11) dan Persamaan (2.12) dapat dituliskan matriks *Jacobian* sebagai berikut:

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_n} = |V_i V_n Y_{in}| \cos(\theta_{in} + \delta_n - \delta_i) \quad (2.12)$$

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_i} = \sum_{n=1, n \neq i}^n |V_i V_n Y_{in}| \cos(\theta_{in} + \delta_n - \delta_i) \quad (2.13)$$

Bentuk umum yang serupa dapat diperoleh dari persamaan (2.7) dan persamaan (2.8) sehingga dapat dicari untuk submatriks *Jacobian* yang lain.

Setelah mendapatkan nilai matriks *Jacobian* selanjutnya dilakukan perhitungan pada nilai $\delta^{(k)}$ dan $|V|^{(k)}$ dengan cara melakukan inverse matriks *Jacobian*, sehingga diperoleh bentuk persamaan (2.14):

$$\begin{bmatrix} \delta^{(k)} \\ |V|^{(k)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1 J_2 \\ J_3 J_4 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} P^{(k)} \\ Q^{(k)} \end{bmatrix} \quad (2.14)$$

Setelah nilai $\delta^{(k)}$ dan $|V|^{(k)}$ didapat, selanjutnya dihitung nilai tersebut untuk iterasi berikutnya, yaitu dengan menambahkan nilai $\delta_i^{(k)}$ dan $|V|_i^{(k)}$ sehingga diperoleh persamaan (2.15) dan persamaan (2.16)

$$\delta_i^{(k+1)} = \delta_i^{(k)} + \delta_i^{(k)}$$

$$|V|_i^{(k+1)} = |V|_i^{(k)} + |V|_i^{(k)}$$

Hasil perhitungan Persamaan (2.15) dan Persamaan (2.16) digunakan lagi dalam proses iterasi selanjutnya, yaitu dengan memasukkan nilai hasil ke dalam Persamaan (2.7) dan Persamaan (2.8) sebagai langkah awal perhitungan aliran daya. Proses ini dilakukan secara terus menerus sampai diperoleh nilai yang konvergen.

Dapat disimpulkan, penyelesaian aliran daya menggunakan metode *Newton-Raphson* dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Hitung nilai-nilai $P_{dihitung}$ dan $Q_{dihitung}$ yang mengalir ke dalam sistem pada setiap bus untuk nilai yang diperkirakan dari besar tegangan (V) dan sudut

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

fasanya (δ) untuk iterasi pertama atau nilai tegangan yang ditentukan paling akhir untuk iterasi berikutnya

2. Hitung Δp pada setiap rel
3. Hitung nilai-nilai untuk *Jacobian* dengan menggunakan nilai-nilai perkiraan atau yang ditentukan dari besar dan sudut fasa tegangan dalam persamaan untuk turunan parsial yang ditentukan dengan persamaan diferensial Persamaan (2.14) dan Persamaan (2.15)
4. *Inverse* matriks *jacobian* dan hitung koreksi-koreksi tegangan δ_i dan $|V_i|$ pada setiap rel.
5. Hitung nilai yang baru $|V_i|$ dan δ_i dengan menambahkan nilai δ_i dan $|V_i|$ pada setiap rel.
6. Kembali ke langkah 1 dan ulangi proses tersebut dengan menggunakan nilai besar dan sudut fasa tegangan yang ditentukan oleh nilai hasil terakhir sehingga semua nilai yang diperoleh lebih kecil dari indeks ketepatan yang dipilih.

2.5 Rugi-rugi daya

Dalam penyalurannya, tenaga listrik mengalami rugi-rugi daya listrik yang besar karena luasnya daerah dalam suplai tenaga listrik dari jaringan distribusi mengakibatkan rugi-rugi daya listrik yang besar, rugi daya pada saluran distribusi dibagi menjadi dua.

1. Rugi daya aktif

$$P_{\text{rugi rugi}} = I^2 \cdot R \text{ (Watt)}$$

Besar rugi daya aktif ditentukan oleh kuadrat arus dan resistansi saluran yang merupakan representasi jarak saluran. Resistansi jaringan akan sangat dipengaruhi oleh jarak saluran itu sendiri. [23]

2. Rugi daya Reaktif

$$P_{\text{rugi rugi}} = I^2 \cdot X \text{ (Var)}$$

Besar rugi daya aktif ditentukan oleh kuadrat arus dan reaktansi saluran yang merupakan representasi jarak saluran. Reaktansi jaringan akan sangat dipengaruhi oleh jarak saluran itu sendiri. [23]

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

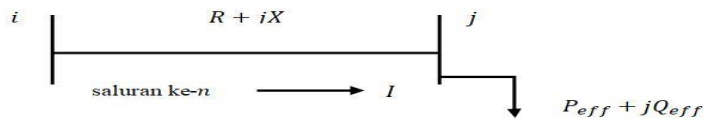
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.7 Sensitivity analysis

Sensitivity analysis merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menentukan lokasi menempatkan Kapasitor bank. Analisis sensitivitas ialah suatu analisis yang bertujuan untuk mengetahui akibat yang ditimbulkan dari perubahan parameter-parameter aliran daya terhadap parameter-parameter lainnya.



Gambar 2.11 Saluran distribusi dari bus-i ke bus-j

Gambar diatas menunjukkan impedansi antara bus i dan j yaitu $R + jX$ dan terhubung dengan beban $P_{eff} + Q_{eff}$, Rugi-rugi daya aktif pada saluran ke-n dapat dirumuskan:

$$P_l = [I_n^2] \times R[n] \quad (2.15)$$

Dimana I_n ialah arus pada saluran n dan R adalah resistansi saluran, sehingga

$$I_n = \frac{(P_{eff}[j] + Q_{eff}[j])}{(V[j])^2} = \frac{(P_{eff}[j] + Q_{eff}[j])}{(V[j])^*} \quad (2.16)$$

Dimana:

P = beban daya aktif pada bus penerima

Q = daya reaktif pada bus penerima

V = tegangan pada bus terima

Selanjutnya mensubsitusikan persamaan diatas, maka didapatkan

$$P_l[j] = \frac{(P_{eff}^2[j] + Q_{eff}^2[j])R[n]}{(V[j])^2} \quad (2.17)$$

Rugi-rugi daya reaktif pada saluran ke- n dapat dirumuskan:

$$Q_l[j] = \frac{(P_{eff}^2[j] + Q_{eff}^2[j])X[n]}{(V[j])^2} \quad (2.18)$$

Di mana:

$P_{eff}^2[j]$ = total daya aktif yang disuplai keluar bus-j

$Q_{eff}^2[j]$ = total daya reaktif yang disuplai keluar bus-j

Sehingga LSF dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\frac{\partial P_L[j]}{\partial Q_{eff}[j]} = \frac{2\partial Q_{eff}[j].R[n]}{(V[j])^2} \quad (2.19)$$

Kemudian nilai LSF diurutkan dari yang terbesar.

2.6 Sistem Per-Unit

Sistem per unit merupakan penskalaan untuk mempermudah dalam perhitungan dalam studi aliran daya pada sistem. Tegangan dalam volt, arus dalam ampere, dan impedansi dalam ohm di rubah dalam besaran tak berdimensi yaitu per unit (pu)

Nilai per-unit dari suatu besaran merupakan rasio dari besaran tersebut dengan suatu besaran basis. Besaran basis ini berdimensi sama dengan dimensi besaran aslinya sehingga nilai per-unit besaran itu menjadi tidak berdimensi.

$$\text{Nilai per - unit} = \frac{\text{nilai sesungguhnya}}{\text{nilai basis}}$$

Nilai sesungguhnya mungkin berupa bilangan kompleks, namun nilai basis yang ditetapkan adalah bilangan nyata. Oleh karena itu sudut fasa nilai dalam per-unit sama dengan sudut fasa sesungguhnya.

Sebagai contoh kita ambil daya kompleks

$$S = \bar{V} \mathbf{I}^* = VI \angle (\alpha - \beta) \quad (2.20)$$

di mana α adalah sudut fasa tegangan dan β adalah sudut fasa arus. Untuk menyatakan S dalam per-unit kita tetapkan S_{basis} yang berupa bilangan nyata, sehingga

$$S_{pu} = \frac{S \angle (\alpha - \beta)}{S_{basis}} = S_{pu} \angle (\alpha - \beta) \quad (2.21)$$

di mana α adalah sudut fasa tegangan dan β adalah sudut fasa arus. Untuk menyatakan S dalam per-unit kita tetapkan S_{basis} yang berupa bilangan nyata, sehingga

$$S_{pu} = \frac{S \angle (\alpha - \beta)}{S_{basis}} = S_{pu} \angle (\alpha - \beta) \quad (2.22)$$

Jika kita hitung S_{pu} dari (2.21) dan (2.22) kita peroleh

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Nilai basis untuk impedansi ditentukan menggunakan relasi

Dengan Z_{basis} ini relasi arus dan tegangan $\bar{V} = Z \bar{I}$ atau $Z = \frac{\bar{V}}{\bar{I}}$ akan memberikan

Karena $Z = R + jX$ maka

Jadi tidaklah perlu menentukan nilai basis untuk R dan X secara sendiri-sendiri. Selain itu tidak pula diperlukan menentukan nilai basis untuk P dan Q secara sendiri-sendiri pula.

2.9 Power Factor

Dalam rangkaian listrik, biasanya terdapat tiga macam beban listrik yaitu beban resistif, beban induktif, dan beban kapasitif. Beban resistif adalah beban yang hanya terdiri dari tahanan dalam satuan ohm dan daya yang dikonsumsi hanya daya aktif saja. Beban induktif mempunyai ciri-ciri disamping mengkonsumsi daya aktif, juga menyerap daya reaktif yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet dalam beban tersebut. Jadi jumlah vektor daya reaktif (Q) dan daya aktif (P) biasa disebut dengan daya semu.

II-22

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Faktor Daya = Daya Aktif (P) / Daya Nyata (S)

$$= kW / kVA$$

$$= V.I \cos \varphi / V.I$$

$$= \cos \varphi$$

Faktor daya mempunyai kisaran nilai antara 0 sampai 1 dan dapat juga dinyatakan dalam bentuk persentase. Faktor daya akan semakin bagus apabila nilainya semakin mendekati satu. Namun pada ketetapan PLN, faktor daya yang baik >0,85. Jika faktor daya kecil maka kapasitas daya aktif (kW) yang digunakan akan berkurang. Kapasitas itu akan terus menurun seiring dengan menurunnya faktor daya sistem kelistrikan.

$$Q_c = Q_1 - Q_2 \text{ dimana } Q_1 = P \times \tan \theta_1 \text{ dan } Q_2 = P \times \tan \theta_1 \quad (2.27)$$

2.10 ETAP (*Elektrik transient and analysis program*)

ETAP (*Electric Transient and Analysis Program*) merupakan perangkat lunak untuk simulasi sistem tenaga listrik. *Software* ini dapat bekerja dalam keadaan *offline* untuk simulasi tenaga listrik, untuk pengelolaan data *real-time* secara *online* atau digunakan untuk mengendalikan sistem secara *real-time*. Fitur yang terdapat dalam ETAP 12.6.0 bermacam-macam yang dapat digunakan untuk menganalisa pembangkit tenaga listrik, sistem transmisi maupun sistem distribusi tenaga listrik.

Analisa tenaga listrik yang dapat dilakukan ETAP 12.6.0 sebagai berikut:

1. Analisa aliran daya (*Load Flow Analysis*)
2. Analisa hubung singkat (*Short Sircuit Analysis*)
3. *Arc Flash Analysis*
4. *Unbalanced Load Flow Analysis*
5. *Optimal Power Flow Analysis*, dll.

Dalam menganalisa sistem tenaga listrik, suatu diagram saluran tunggal (single line diagram) merupakan notasi yang disederhanakan untuk sebuah sistem tenaga listrik tiga fasa. Sebagai ganti dari representasi saluran tiga fasa yang terpisah, digunakanlah sebuah konduktor. Hal ini memudahkan dalam pembacaan diagram maupun dalam analisa rangkaian. Elemen elektrik seperti misalnya pemutus rangkaian, transformator, kapasitor, busbar maupun konduktor lain dapat ditunjukkan dengan menggunakan simbol yang telah

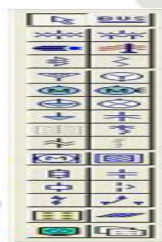
standarisasi untuk diagram saluran tunggal. Elemen pada diagram tidak mewakili ukuran fisik atau lokasi dari peralatan listrik, tetapi merupakan konvensi umum untuk mengatur diagram dengan urutan kiri-ke-kanan yang sama, atas-ke-bawah.

ETAP memiliki 2 macam standar yang digunakan untuk melakukan analisa kelistrikan, ANSI dan IEC. Pada dasarnya perbedaan yang terjadi di antara kedua standar tersebut adalah frekuensi yang digunakan, yang berakibat pada perbedaan spesifikasi peralatan yang sesuai dengan frekuensi tersebut. Simbol elemen listrik yang digunakan dalam analisa dengan menggunakan ETAP pun berbeda.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam bekerja dengan ETAP Power Station adalah:

1. *One Line Diagram*, menunjukkan hubungan antar komponen/peralatan listrik sehingga membentuk suatu sistem kelistrikan.
2. *Library*, informasi mengenai semua peralatan yang akan dipakai dalam sistem kelistrikan. Data elektris maupun mekanis dari peralatan yang detail/lengkap dapat mempermudah dan memperbaiki hasil simulasi/analisa.
3. Standar yang dipakai, biasanya mengacu pada standar IEC atau ANSI, frekuensi sistem dan metode-metode yang dipakai.
4. *Study Case*, berisikan parameter-parameter yang berhubungan dengan metode studi yang akan dilakukan dan format hasil analisa.

Komponen elemen AC pada *software* ETAP dalam bentuk diagram satu garis ditunjukkan pada Gambar, kecuali elemen-elemen IDs, penghubung bus dan status. Semua data elemen AC dimasukkan dalam editor yang telah dipertimbangkan oleh para ahli teknik. Daftar seluruh elemen ac pada *software* ETAP ada pada AC toolbar.



Gambar. 2.12. Elemen-elemen AC di ETAP

1. Transformator

Transformator 2 kawat sistem distribusi dimasukkan dalam *editor power station software* transformator 2 kawat pada *power station software* ETAP ditunjukkan pada gambar dibawah ini.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.13. Simbol transformator 2 kawat di ETAP

Load

Beban listrik sistem distribusi tenaga listrik dimasukkan dalam *editor* berupa *rated* kV dan MVA yang ditampilkan pada bagian atas informasi editor load. ETAP terdapat dua macam beban, yaitu beban statis dan beban dinamis. Simbol generator sinkron *power station software* ETAP ditunjukkan dibawah ini.



Gambar 2.14 Simbol beban statis dan dinamis di ETAP

3. Pemutus Rangkaian

Merupakan sebuah saklar otomatis yang dirancang untuk melindungi sebuah rangkaian listrik dari kerusakan yang disebabkan oleh kelebihan beban atau hubungan pendek. Simbol pemutus rangkain di ETAP ditunjukkan pada gambar.



Gambar 2.15. Simbol pemutus rangkaian di ETAP

4. Bus

Bus AC atau *node* sistem distribusi tenaga listrik dimasukkan dalam *editor power station software* ETAP. Editor bus sangat membantu untuk pemodelan berbagai tipe bus dalam sistem tenaga listrik. Generator motor dan beban statik adalah elemen yang dapat dihubungkan dengan beberapa bus yang diinginkan. Simbol bus pada *power station software* ETAP ditunjukkan Gambar.



Gambar 2.16. Simbol bus di ETAP

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif. Aspek kuantitatif dari penelitian ini adalah untuk menentukan tempat dan kapasitas pemasangan kapasitor bank, serta untuk mengetahui tegangan dan rugi-rugi daya sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor bank di PT. PLN Persero Rayon Simpang Tiga Pekanbaru.

3.2 Lokasi Penelitian

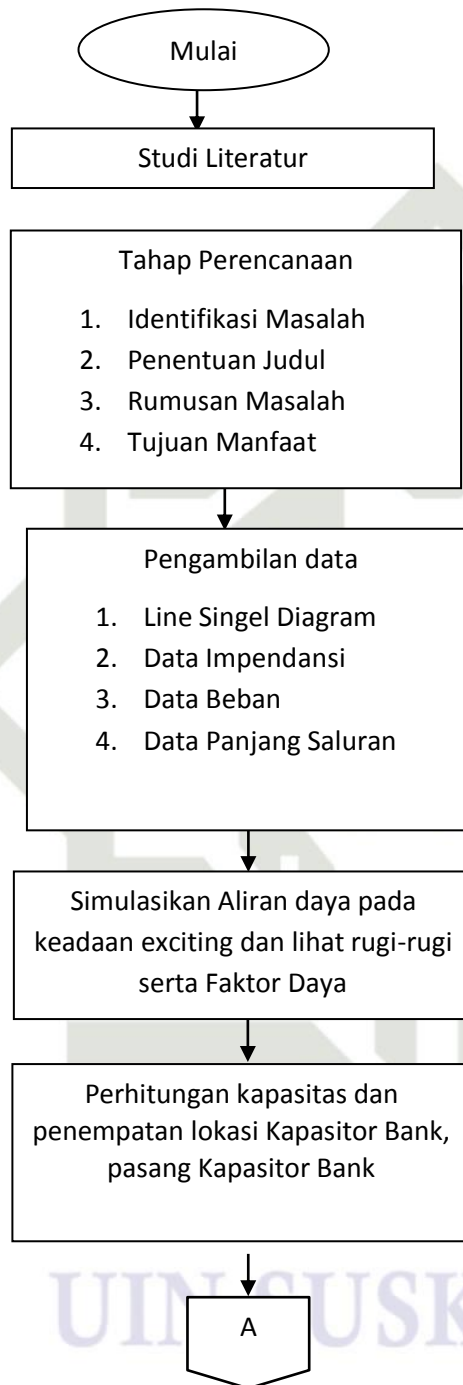
Lokasi penelitian berada di Penyulang cakalang PT. PLN (Persero) Kecamatan Simpang Tiga Pekanbaru. Lokasi ini dipilih karena alasan berikut:

1. PT. PLN (Persero) Simpang Tiga Rayon, merupakan rayon dengan pertumbuhan beban terbesar di wilayah PLN Pekanbaru.
2. Pengumpan Cakalang PT. PLN (Persero) ULP Simpang Tiga merupakan penyulang dengan gangguan terbanyak dalam setahun.

3.3 Data Yang Dibutuhkan

Data yang dibutuhkan ini merupakan data pendukung untuk melakukan analisis perhitungan untuk menentukan lokasi penempatan kapasitor bank. Data pendukung adalah data penyulang Cakalang yang meliputi data trafo, beban, saluran tunggal, dan panjang saluran beban-ke-beban.

Prosedur Penelitian



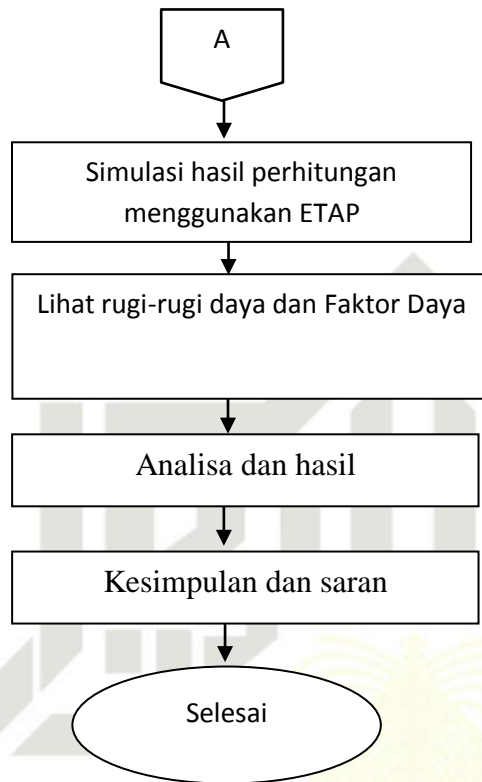
3.4

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.1 Diagram Flowchart

3.5 Studi Literatur

Dalam sebuah penelitian studi kepustakaan memiliki peranan penting, karena dapat digunakan sebagai landasan berpikir logis dalam memecahkan masalah secara ilmiah. Studi literatur dilakukan dengan mempelajari teori-teori yang akan digunakan untuk mencapai tujuan suatu penelitian.

3.6 Tahap Perencanaan

Tahap utama dalam perencanaan adalah mengidentifikasi permasalahan yang ada pada sistem distribusi wilayah layanan PLN Simpang Tiga dengan mewawancarai pegawai teknis PT. PLN (Persero) Rayon Simpang Tiga. Selanjutnya menentukan judul berdasarkan permasalahan yang ada. Merumuskan masalah dan mengatasi masalah tersebut untuk mencapai tujuan dari penelitian ini.

7. Pengambilan Data

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil data tentang objek penelitian yaitu penyulang cakalang PLN Rayon Simpang Tiga. Data yang diambil adalah sebagai berikut:

1. Data Transformator

Trafonformator distribusi yang terpasang pada keseluruhan jaringan penyulang cakalang sebanyak 34 buah dengan bermacam kapasitas. Data transformator dapat dilihat pada lampiran B

2. Data Beban dan Lokasi beban

Data beban adalah data yang ditanggung dari setiap transformator, sedangkan data lokasi beban adalah letak dari pemasangan transformator distribusi. Data beban dan lokasi beban dapat dilihat pada lampiran B

3. Data Singel line diagram

Pada penelitian ini dilakukan dengan bantuan aplikasi simulasi ETAP dimana memerlukan data singel line diagram dari jaringan penyulang cakalang lalu akan dirancang pada simulasi ETAP. Data singel line diagram dapat dilihat pada lampiran A

4. Data Panjang saluran

Data panjang saluran digunakan untuk mengetahui jarak antara beban dari saluran penyulang. Data panjang saluran dapat dilihat pada lampiran C

3.8 Simulasi aliran daya

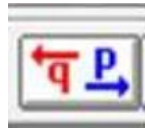
Simulasi aliran daya dilakukan untuk mendapatkan rugi-rugi daya dengan merancang pemodelan Single Line Diagram dan menginput data penyulang menggunakan aplikasi ETAP. Setelah selesai memodelkan sistem, selanjutnya jalankan program. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Pilih analisis aliran beban pada menu toolbar program

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.1 Load Flow Analisis

2. Pilih *Edit Study Case Load Flow*, untuk mengatur jenis aliran daya. Pada simulasi ini menggunakan metode aliran daya Newton Raphson.



Gambar 3.2 Edit study case

Maka akan muncul lampiran Load Flow Study Case seperti gambar di bawah ini:

Gambar 3.3 Load Flow Study Case

Kemudian pilih metode Newton-Raphson

1. Pilih Jalankan Aliran Beban



Gambar 3.4 Run load flow

3.9 Menentukan penempatan pemasangan Kapasitor Bank

Setelah mengetahui rugi-rugi daya pada sistem jaringan distribusi sebelum memasang kapasitor, langkah selanjutnya adalah menentukan letak penempatan kapasitor menggunakan metode LSF. Metode LSF (*Loss Sensitivity Factor*) digunakan untuk menentukan lokasi

penempatan prioritas dengan menentukan nilai sensitivitas rugi daya untuk setiap bus, dimana bus dengan nilai sensitivitas rugi daya terbesar menjadi lokasi penempatan kapasitor bank. Data cara penentuan penempatan Kapasitor Bank menggunakan metode LSF sebagai berikut:

Menentukan nilai impedansi saluran dan hasil simulasi aliran daya pada ETAP yaitu seperti nilai resistansi saluran, daya reaktif (R), tegangan, dll.

Konversi nilai impedansi dan hasil simulasi aliran daya dalam satuan per-unit.

Selanjutnya untuk menentukan nilai LSF masing-masing bus, nilai-nilai ini dimasukkan ke dalam persamaan 2.19

4. Kemudian nilai LSF diurutkan dari yang terbesar. Dengan ketentuan nilai LSF terbesar pada bus menjadi lokasi prioritas penempatan Kapasitor Bank.

3.10 Analisa dan Hasil

Analisis masalah berisi tentang perhitungan aliran daya dan rugi-rugi daya pada jaringan distribusi 20 KV sebelum pemasangan kapasitor. Mencari nilai kapasitas kapasitor dan menentukan lokasi kapasitor bank dengan menggunakan metode *Loss sensitivity factor* (LSF), Kemudian pasang kapasitor untuk melihat pengaruh pemasangan kapasitor pada jaringan berdasarkan hasil pengolahan data yang mengacu pada metode LSF. Pasang Kapasitor Bank pada nilai bus yang tertinggi. Kemudian bandingkan hasilnya sebelum memasang kapasitor dan setelah memasang kapasitor.

Hak Cipta Ditangguhkan UIN Suska Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2016. *Statistik Ketenagalistrikan 2016*. Jakarta
- Valentina, Anggri. 2011. “Analisis Kepuasan Pelanggan Terhadap Kualitas Pelayanan Jasa Pos Express Di PT. Pos Indonesia Cabang Surakarta”. Tugas Akhir, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Rencana Umum Energi Nasional 2017
- Rancangan Umum Energi Daerah Provinsi Riau. 2016-2035
- PT. PLN (Persero) Rayon Simpang Tiga. 2018 – 2019
- Stevenson, J. William D. “*power system analysis*”, McGraw-Hill, New York,
- Riskiadi, Prigel. 2017. “Analisa Ekonomi Terhadap Pemasangan Kapasitor Bank Pada Penyulang Krapyak 03 Menggunakan ETAP 12.6.0” Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- Sello, Akto dkk. 2014. “Kajian Penempatan Kapasitor Bank Menggunakan Metode Algoritma Genetik Pada South Balam Feeder 1 PT Chevron Pasifik Indonesia” Jom FTEKNIK Volume 2 No. 1 Februari 2014
- Nugraha, Tirta, Rizki. 2014. “Analisis Rugi Daya Sistem Distribusi Dengan Peningkatan Efisiensi Jumlah Pembangkitan Tersebar”. Jurnal Teknik Elektro
- Fikri, Muhammad. 2019. “Analisa Perbandingan Pemasangan Distribution Generator dan Kapasitor Bank Pada Jaringan Distribusi 20 Kv Di Penyulang Sebang PT.PLN Rayon Duri”. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultas Syarif Kasim Riau.
- B. Tjahjono, “Analisa Perbaikan Losses Dan Jatuh Tegangan Pada Jaringan Sambungan Rumah Tidak Standar Dengan,” *J. Media Elektro*, vol. 4, pp. 6–7, 2013.
- Budiana Agus. “Sistem Tenaga Listrik (Transmisi dan Distribusi)”.
- Swanto, Daman, 2009. “Sistem Distribusi Tenaga Listrik”. Universitas Negeri Padang.
- Widianto, Fajar, Supardi Agus. 2012. Analisis Gangguan Hubung Singkat Pada sistem IEEE 13Bus”. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Asy'ari, "Perbaikan Jatuh Tegangan dan Rekonfigurasi Beban pada Panel Utama Prambanan," *Semin. Nas. Teknol. Inf.*, vol. 2011, no. Semantik, pp. 1–5, 2011

A. S. Sampeallo, W. F. Galla, and R. A. Oematan, "Analisis Jatuh Tegangan Pada Penyulang 20 kV Berdasarkan pada Perubahan Beban (Studi Kasus Penyulang Penfui dan Penyulang Oebobo PT. PLN Persero Rayon Kupang)," *J. Media Elektro*, vol. 1, no. 3, pp. 111–118, 2013.

Ethaneli and A. Riski, "Pengaruh Penambahan Jaringan Terhadap Drop Tegangan Pada Sutm 20 Kv Feeder Kersik Tuo," *J. momentum*, vol. 15, no. 2, p. 5, 2013

A. Abadi, "Analisa Perbaikan Profil Tegangan Sistem Tenaga," *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 158–164, 2015.

D. Tampubolon and M. Sjani, "Optimalisasi penggunaan kapasitor bank pada jaringan 20 kv dengan simulasi ETAP (Studi Kasus Pada Feeder Srikandi di PLN Rayon Pangkalan Balai , Wilayah Sumatera Selatan)," *Singuda Ensikom*, vol. 9, no. 1, p. 2, 2014

M. Erviana and S. Handoko, "Optimization Placement and Capacitor Bank Capacity in Distribution System for Damage Reserve Using Particle Swarm Optimization," *Jur. Tek. elektro undip*, vol. 2, pp. 4–6, 2012.

PT. PLN (Persero). 2010. Buku 5 tentang Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik. Keputusan Direksi PT PLN (Persero) No. 605.K/DIR/2010.

Dhimas, P. H. 2014. Pemanfaatan Software ETAP Power Station 4.0.0 untuk Mengalalisis Aliran Daya Listrik

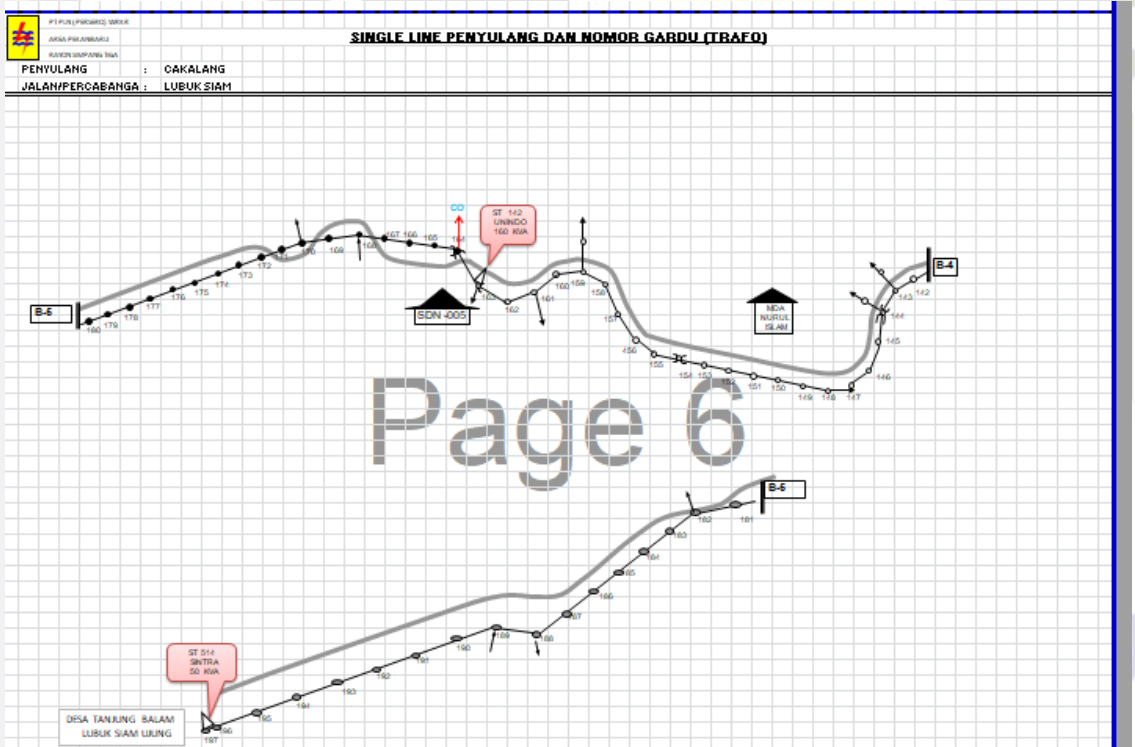
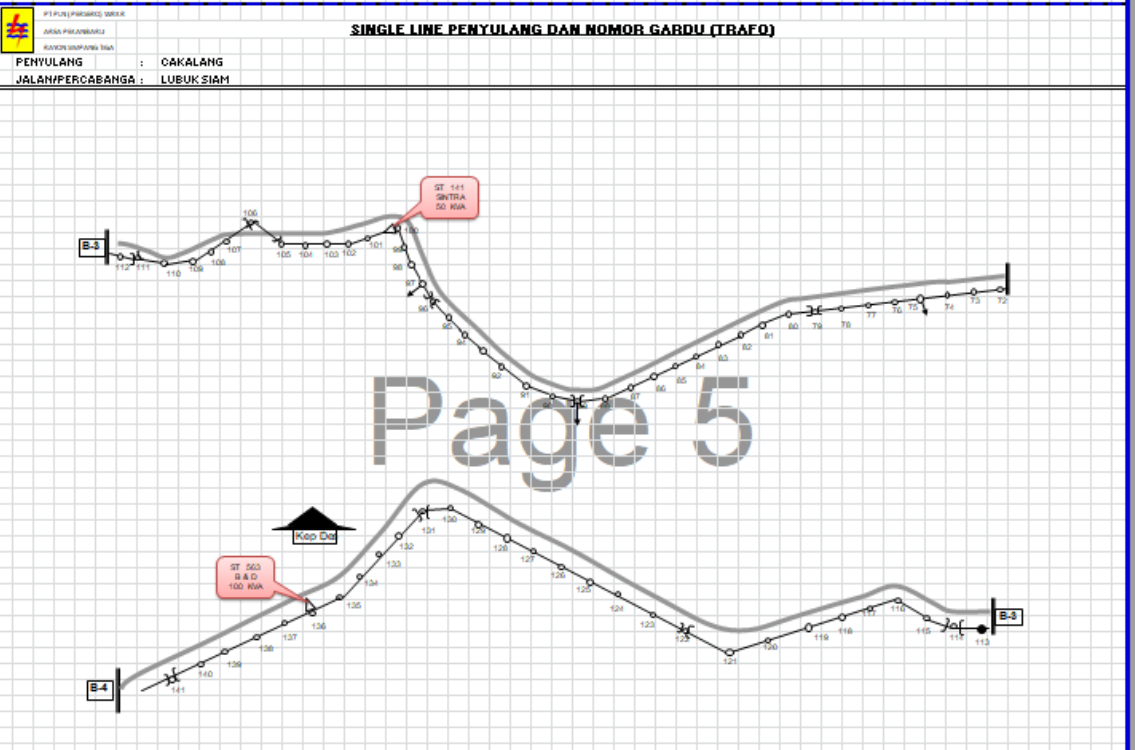
Syufrijal, Readysal monantun. 2014. Jaringan Distribusi Tenaga Listrik. Jakarta: Kemendikbud

Payogo Theophilus C. 2019. "Optimasi Kapasitas Capacitor Bank Untuk Mereduksi Rugi-Rugi Daya Pada Penyulang Wortel Menggunakan Metode Grey Wolf Optimizer (Gwo)". Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

Multa, Lesnanto. Modul Pelatihan ETAP. Universitas Gadjah Mada. 2013 (Diakses 27 Juni 2019)

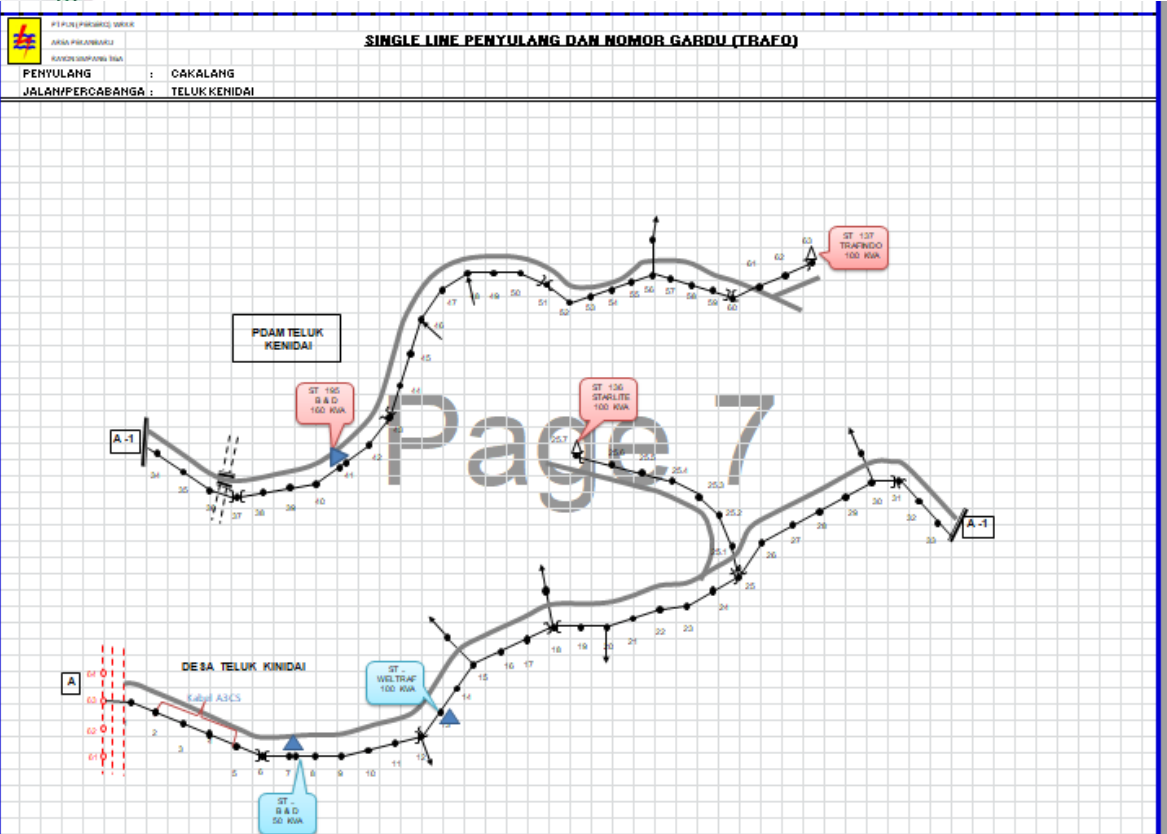
- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Unimaungi Unang-unang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DATA TRAFU UPT PEKANBARU

LAMPIRAN B
DATA TRANSFORMATOR DAN BEBAN

No	LOKASI GI	No TRAFU & RATIO	MVA TERPASANG	MEK	TYPE	NOMOR SERI	KAP/In (kA)	TAHUN BUAT	TANGGAL OPERASI	TAHUN OPERASI	UMUR	KATEGORI	KETERANGAN
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	TRAGI TELUK LEMBU		721.50										
1	KOTO PAUANG	*TD #1 150/20	*20 60.00	PAUWELS UNINDO	DOR 12500 / 130E	96P0043	578	1997		1998		*4	Trfo sudah diupgrading
		TD #1 150/20	UNINDO			P030LEC776	1732	2017	27 mei 2017	2017		1	
2	BANGKINANG	TD #2 150/20	31.50	PAUWELS UNINDO	DRE 31.5 / 275	86 A.2621	866	2014	22-Apr-17	2017		1	
		TD #1 150/20	30.00	UNINDO	TTUB 150 / 30000	A-9415157-01	910	1987		1998		4	
3	GARUDA SAKTI	TD #2 150/20	60.00	PAUWELS		1.953062	866	1994	3/17/2013	2000		4	Energised 23 Mar 13
		TD #1 150/20	60.00	UNINDO		1.953061	1445	2007		2009		4	
4	TL LEMBU	TD #2 150/20	60.00	PAUWELS		3011070016	1732	2008	1/14/2011	2011		2	Energised 14/01/2011 10:16:00
		TD #3 150/20	60.00	UNINDO		P030LEC757-01	1732	2013	14-Nov-14	2014		1	Energised 30 November 14
5	TEMAYAN	TD #1 150/20	60.00	UNINDO	TRH RV / 30000	A.9615208	1732	1996		2005		3	
		TD #2 150/20	60.00	PAUWELS	ORF 60 / 275	3011070010	1732	2008	1/28/2008	2009		2	Operasi tgl 28 Januari 2009 (Baru)
6	PASIR PUTIH	TD #3 150/20	60.00	UNINDO	NRANGE	P030LEC676-14	1732	2011	28-Aug-12	2012		2	Dibebani 30 Agustus 2012
7	PANGKALAN KERINCI	TD #1 150/20	30.00	UNINDO		P030ME752	866	2013		2016		1	16-Nov-15
8	PERAWANG	TD #2 150/20	30.00	PAUWELS		301110137	866	2012	7-Oct-15	2016		1	
		TD #1 150/20	30.00	UNINDO		301110138	866	2012	15-Nov-15	2016		1	
9	DURI	TD #2 150/20	60.00	CG POWER		3011120002	866	2012	31-Januari 2017	2017		1	Operasi tgl 23 September 2017
		TD #1 150/20	60.00	UNINDO			1732	2017	23-Sep-17	2017		1	
10	DUMAI	TD #2 150/20	30.00	UNINDO	TTUB 150 / 30000	9915232-02	866	1999	4-Feb-02	2002		4	
		TD #1 150/20	30.00	UNINDO	TTUB 150 / 30000	P030LEC522	866	2008	1/27/2009	2009		2	Operasi tgl 27 Januari 2009 (Baru)
11	BAGAN BATU	TD #3 150/20	60.00	UNINDO	MA8 170	P030LEC757-03	1039	2013	1-Feb-15	2015		1	Operasi tgl 01 Februari 2015 (Baru)
		TD #1 150/20	20.00	UNINDO	TTUB150/20000	A481537-10	578	1988	3/19/2011	2011		2	
12	KOTA PINANG	TD #2 150/20	20.00	HIVOSUNG	MTB M230H01	TP-95-8510	578	1996	3/5/2014	2014		1	
		TD #1 150/20	60.00	PAUWELS	DRE 31.5 / 275	07P0059	866	2008	1/1/2008	2008		2	
13	BALAI PUNGUT	TD #2 150/20	60.00	UNINDO		P030ME779-02	1732	2013	10/13/2015	2016		1	
		TD #1 150/20	10.00	PAUWELS	083 PIP/922/1796/M	96P0046	288	1997	1-Mar-14	2014		1	
		TD #2 150/20	10.00	PAUWELS					5-Nov-15	2015		1	Diperkirakan kembali 05 Nov 2015 (tanpa beban)
	JUMLAH MVA TRAFU		1,171.50										

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR TRAFODISTRIBUSI PER PENYULANG

PT PLN (Persero) WRKR AREA PEKANBARU RAYON SIMPANG TIGA

NO	ID TRAFODISTRIBUSI	MERK TRAFODISTRIBUSI	PENYULANG	LOKASI	PHASA	P	I	PENGUKURAN				
						Nom. (KVA)	Nom. (Amp)	R	S	T	LOAD (KVA)	JUMLAH PELANGGAN
1	ST 135	Starlite	Cakalang	Jl. Raya P. Baru-Teratak Buluh (Dpn Pergu	3	50	144	38	32	35	35	25
2	ST 136	Starlite	Cakalang	Desa Teluk Kenidai I	3	100	144	41	74	73	63	84
3	ST 137	Trafindo	Cakalang	Desa Teluk Kenidai II	3	100	144	99	92	75	89	98
4	ST 138	Trafindo	Cakalang	Ds. Teratak Buluh (Pasar Trtk.Buluh Sblm	3	160	230.4	158	140	179	159	165
5	ST 139	Sintra	Cakalang	Lubuk Siam I	3	100	72	69	38	50	52	50
6	ST 140	Sintra	Cakalang	Lubuk Siam Sawmil RAH	3	50	72	38	19	29	29	27
7	ST 141	Sintra	Cakalang	Lubuk Siam II	3	50	72	30	26	35	30	28
8	ST 142	Unindo	Cakalang	Lubuk Siam III (Dpn SD 005)	3	160	230.4	132	74	70	92	130
9	ST 195	B & D	Cakalang	Desa Teluk Kenidai (PDAM)	3	160	230.4	4	4	2	3	3
10	ST 234	Unindo	Cakalang	Jl. K. Nasution (Telkomsel Kubang)	3	50	72	4	4	10	6	11
11	ST 250	Sintra	Cakalang	Jl. Raya Teratak Buluh (Twr.Telkomsel se	3	25	36	2	2	-	1	4
12	ST 362	Sintra	Cakalang	Jl. Raya P. Baru-Teratak Buluh (SPBU Prata	3	160	230.4	85	112	64	87	152
13	ST 410	Trafindo	Cakalang	Perum Kubang Mas - Kubang	3	200	288	50	38	52	47	48
14	ST 430	Trafindo	Cakalang	Jl. SMA (Perum Griya Citra Lestarin - Kub	3	100	144	37	17	22	25	22
15	ST 435	Prass	Cakalang	Jl. Raya Teratak Buluh (Dkt ST 250 Tower	3	200	288	206	183	162	184	300
16	ST 514	Sintra	Cakalang	Desa Tanjung Balam-Desa Lubuk Siam U	3	50	72	11	12	15	13	9
17	ST 563	B & D	Cakalang	Desa Lubuk Siam (Dpn. Kantor Kepala De	3	100	144	48	26	55	43	42
18	ST 586	PT. Prass	Cakalang	Jl. Raya Teratak Buluh (Trf Twr - KSO)	3	50	72	9	11	12	11	10
19	ST 590	Trafindo	Cakalang	Jl. KH. Nasution Kubang (Perum Griya Sa	3	160	230.4	66	53	44	54	60
20	ST 598	B & D	Cakalang	Jl. Raya P. Baru-Teratak Buluh (sebelum S	3	100	72	66	19	41	42	130
21	ST 599	B & D	Cakalang	Jl. Raya P. Baru-Teratak Buluh (Perum Pe	3	160	144	59	20	12	30	30
22	ST 631	Sintra	Cakalang	Perum Citra Colour Sland - Kubang	3	200	288	37	28	28	31	34
23	ST 685	Trafindo	Cakalang	Jl. Raya P. Baru-Teratak Buluh (Perum Gr	3	50	288	11	8	7	9	9
24	ST 706	B & D	Cakalang	Jl. Raya Trk.Buluh - Pekanbaru (Komp.Gu	3	200	288	48	42	40	43	45
25	ST 131	Trafindo	Cakalang	Jl. Raya P. Baru - Teratak Buluh	3	160	144	162	107	171	147	210
26	ST 439	Starlite	Cakalang	Jl. Smp 1 Siak Hulu	3	160		60	72	74	69	76
27	ST 143	Trafindo	Cakalang	Jl. Raya P. Baru - Teratak Buluh	3	160		49	41	43	44	45
28	ST 346	Starlite	Cakalang	Jl. Raya P. Baru - Teratak Buluh	3	50		2	8	6	5	5
29	ST SMA	Master Gree	Cakalang	Jl. SMA (Perum Griya Citra Lestarin - Kub	3	200		34	41	41	39	30
30	SISIP TRAF	Starlite	Cakalang	Jl. Raya P. Baru - Teratak Buluh	3	250		55	65	63	61	55
31	Tsisip sm	Trafindo	Cakalang	Jl. SMP 1 Siak Hulu	3	100		18	19	28	22	24
32	ST GREEN	Sintra	Cakalang	Perumahan Green Kubang	3	160		36	42	40	39	40
33	ST TK 1	B & D	Cakalang	Teluk Kenidai	3	50		8	7	14	10	20
34	ST TK 2	Weltraf	Cakalang	Teluk Kenidai	3	100		2	14	1	6	5
Jumlah						4125	4140				1,619	2026

LAMPIRAN C

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DATA PANJANG PENYULANG

No	NAMA PENYULANG / KP		PANJANG JARINGAN (KMS)	KALI TRIP												TOTAL PMT	TOTAL KEY
				JAN	FEB	MARET	APRIL	MEI	JUNI	JULI	AGS	SEP	OKT	NOV	DES		
1	F. KAKAP	PMT	34.5			1	1		1	1	1		3			9	
		REC BATRAI P	7				-	1									2
		REC HANDAYANI	8							1							1
2	F. CUPANG	PMT	37.3		1		1	1		1	1					6	
		JUR SEI MINTAN GH MTQ	25.1	1		1	5			1	1		4				14
3	F. TOMAN	PMT	33.7	1		1	1		3		1		1			10	
		JUR VASIN GH 140 LANUD	1														-
		JUR SIMULATOR GH 140 LANUD	1														-
		JUR BANDARA GH 140 LANUD	5														-
		JUR MELUR GH 140 LANUD	11.5			1				1			1				3
4	F. CAKALANG	PMT	26.3	1		1	7	4	1	1	3		4	1		23	
		REC SPBU	16.25	1		1		1		1	1		2				7
5	F. NEMO	PMT	51.45	1			1	1			1		3			8	
		REC. RAMBUTAN	16				-			1			1	1			3
		REC IMPRES	15.2			1											1
6	F. MAHONI	PMT	30								1					1	
		JUR TRATAK BULUH GH MTQ	15	1	1	1	1	1	1	1	3		1				14
7	F. PINUS	PMT	22	1			1	1			1					4	
8	F. MERPATI	PMT	26.1	1	1	3		1				1	3	1		12	
		REC PERTAMINA	5.65			1	1	1	3		1	4	1				13
		REC BULUH CINA	15.45									1					1
9	F. ELANG	PMT	10.5		1		1		1		1		3			10	
		REC PALAM RESIDEN	5.5		1			-		1		1					4
10	F. BALAM	PMT	38.05			1		-	1				2			5	
		REC KARYA 4	25.5			1	1	-	-	-	1	1	1				5
11	F. NURI	PMT	9.5	1		1		3	1			1	1			11	
		REC HAIKANG	5.5	1													1
12	F. PUYUH	PMT	TIDAK AKTIF													-	
13	F. PIPIT	PMT	38.65							1			1			2	
		REC PANDAU	29.8								1						1
14	F. PARKIT	PMT	31.74	1		1		1	1	1		3	3			12	
		REC LAULO	12.5							1			1				2
15	F. MERAK 1	PMT	3.8								1					1	
16	F. MERAK 2	PMT	3.8					1								1	
17	F. MERAK 3	PMT	3.8								1					1	
18	F. MERAK 4	PMT	3.8								1					1	
19	F. MERAK 5	PMT	3.8								1					1	
20	F. MERAK 6	PMT	3.8								1					1	
21	F. MERAK 7	PMT	3.8								1					1	
		TOTAL PANJAR	416.4														
		JUMLAH KEYPOINT		5	3	9	8	6	4	9	8	7	12	1	-		
		JUMLAH PMT		9	3	9	15	17	12	5	18	6	24	2	-		
		TOTAL		14	6	18	23	23	16	14	26	13	36	3	-		

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LAMPIRAN D

PERHITUNGAN METODE LSF

Saluran		RUMUS LSF						
		Qeff	2Qeff	R	V	V ²	2Qeff . R	2Qeff . R / V ²
Bus2	Bus5	0.0838	0.1676	0.001091	0.9701	0.941094	0.000182894	0.0001943414
Bus2	Bus11	0.0033453	0.0066906	0.000606	0.9698	0.940512	4.05618E-06	0.0000043127
Bus17	Bus21	0.0801	0.1602	0.002425	0.96975	0.940415	0.000388485	0.0004130995
Bus22	Bus28	0.0003143	0.0006286	0.000243	0.96965	0.940221	1.52436E-07	0.0000001621
Bus5	Bus6	0.0136	0.0272	0.000364	0.9701	0.941094	0.000009894	0.0000105133
Bus22	Bus23	0.002051	0.004102	0.001091	0.9697	0.940318	4.47631E-06	0.0000047604
Bus17	Bus22	-0.0000727	-0.000145	0.000606	0.9697	0.940318	-8.81488E-08	-0.0000000937
Bus16	Bus17	0.0135	0.027	0.000243	0.96975	0.940415	6.5475E-06	0.0000069624
Bus11	Bus16	0.0137	0.0274	0.000121	0.96975	0.940415	3.32225E-06	0.0000035327
Bus28	Bus34	0.0217	0.0434	0.00097	0.9696	0.940124	0.000042098	0.0000447792
Bus34	Bus35	0.0125	0.025	0.000121	0.96955	0.940027	3.03125E-06	0.0000032246
Bus35	Bus37	0.0109	0.0218	0.00097	0.96955	0.940027	0.000021146	0.0000224951
Bus41	Bus35	0.0036736	0.0073472	0.000485	0.96955	0.940027	3.56339E-06	0.0000037907
Bus43	Bus41	0.0073446	0.0146892	0.000485	0.96955	0.940027	7.12426E-06	0.0000075788
Bus45	Bus43	0.0049003	0.0098006	0.000243	0.96955	0.940027	2.37665E-06	0.0000025283
Bus51	Bus11	0.0020558	0.0041116	0.000364	0.9698	0.940512	1.49559E-06	0.0000015902
Bus52	Bus51	0.0584	0.1168	0.000121	0.96965	0.940221	0.000014162	0.0000150624
Bus64	Bus52	0.057	0.114	0.000364	0.9696	0.940124	4.14675E-05	0.0000441085
Bus70	Bus64	0.0534	0.1068	0.000606	0.96945	0.939833	6.47475E-05	0.0000688925
Bus81	Bus74	0.0512	0.1024	0.000121	0.9689	0.938767	0.000012416	0.0000132259
Bus59	Bus60	0.0447	0.0894	0.000243	0.96955	0.940027	2.16795E-05	0.0000230626
Bus52	Bus60	0.0032156	0.0064312	0.000728	0.96955	0.940027	4.6787E-06	0.0000049772
Bus51	Bus50	0.0036723	0.0073446	0.002425	0.9696	0.940124	1.78107E-05	0.0000189450
Bus70	Bus69	0.0015768	0.0031536	0.000121	0.96925	0.939446	3.82374E-07	0.0000004070
Bus82	Bus81	0.0046595	0.009319	0.000121	0.96885	0.93867	1.12993E-06	0.0000012038
Bus84	Bus85	0.0022627	0.0045254	0.000243	0.9685	0.937992	1.09741E-06	0.0000011700
Bus95	Bus94	0.0005789	0.0011578	0.000121	0.96835	0.937702	1.40383E-07	0.0000001497
Bus84	Bus81	0.0101	0.0202	0.001213	0.96885	0.93867	2.44925E-05	0.0000260928
Bus95	Bus84	0.0425	0.085	0.000364	0.9685	0.937992	3.09188E-05	0.0000329627
Bus96	Bus95	0.042	0.084	0.000243	0.96835	0.937702	0.00002037	0.0000217233
Bus93	Bus94	0.0319	0.0638	0.000121	0.96835	0.937702	7.73575E-06	0.0000082497
Bus102	Bus96	0.0000521	0.0001042	0.000849	0.9683	0.937605	8.84398E-08	0.0000000943
Bus106	Bus102	0.0087299	0.0174598	0.000728	0.96825	0.937508	1.2702E-05	0.0000135487
Bus109	Bus106	0.008252	0.016504	0.001455	0.9682	0.937411	2.40133E-05	0.0000256166
Bus111	Bus109	0.0080345	0.016069	0.00194	0.96815	0.937314	3.11739E-05	0.0000332587
Bus113	Bus111	0.0048355	0.009671	0.002668	0.96805	0.937121	2.57974E-05	0.0000275284
Bus108	Bus109	0.0048557	0.0097114	0.000849	0.96815	0.937314	8.24255E-06	0.0000087938
Bus114	Bus96	0.0033887	0.0067774	0.00097	0.9683	0.937605	6.57408E-06	0.0000070116
Bus120	Bus114	0.0233	0.0466	0.002425	0.96815	0.937314	0.000113005	0.0001205625
Bus124	Bus120	0.0024949	0.0049898	0.000121	0.9681	0.937218	6.05013E-07	0.0000006455
Bus125	Bus124	0.0022415	0.004483	0.001213	0.9681	0.937218	5.43564E-06	0.0000057998
Bus114	Bus131	-0.0000805	-0.000161	0.002668	0.9679	0.93683	-4.29468E-07	-0.0000004584
Bus131	Bus135	0.0124	0.0248	0.005699	0.9675	0.936056	0.000141329	0.0001509834
Bus135	Bus145	0.0099913	0.0199826	0.003516	0.9673	0.935669	7.02638E-05	0.0000750947
Bus145	Bus147	0.008899	0.017798	0.00194	0.9672	0.935476	3.45281E-05	0.0000369097
Bus147	Bus149	0.0074157	0.0148314	0.003274	0.96705	0.935186	4.85543E-05	0.0000519194
Bus149	Bus151	0.0053442	0.0106884	0.004123	0.96705	0.935186	4.40629E-05	0.0000471168
Bus135	Bus141	0.0006852	0.0013704	0.003516	0.9675	0.936056	4.81867E-06	0.0000051478
Bus152	Bus70	-0.0002332	-0.000466	0.000243	0.96925	0.939446	-1.13102E-07	-0.0000001204
Bus153	Bus74	0.0466	0.0932	0.000849	0.9689	0.938767	7.91035E-05	0.0000842632

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LAMPIRAN E
REPORT ETAP

REPORT SEBELUM PEMASANGAN KAPASITOR BANK

Study ID	Untitled
Study Case ID	LF
Data Revision	Base
Configuration	Normal
Loading Cat	Design
Generation Cat	Design
Diversity Factor	Normal Loading
Buses	88
Branches	87
Generators	0
Power Grids	1
Loads	34
Load-MW	1.404
Load-Mvar	0.844
Generation-MW	1.404
Generation-Mvar	0.844
Loss-MW	0.056
Loss-Mvar	0.008
Mismatch-MW	0
Mismatch-Mvar	0
%PF	83.71%

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

REPORT SETELAH PEMASANGAN KAPASITOR BANK

Study ID	Untitled
Study Case ID	LF
Data Revision	Base
Configuration	Normal
Loading Cat	Design
Generation Cat	Design
Diversity Factor	Normal Loading
Buses	88
Branches	87
Generators	0
Power Grids	1
Loads	34
Load-MW	1.426
Load-Mvar	0.495
Generation-MW	1.426
Generation-Mvar	0.495
Loss-MW	0.052
Loss-Mvar	0.006
Mismatch-MW	0
Mismatch-Mvar	0
% PF	94.47

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Silviana Lillah, lahir di Duri, pada tanggal 08 September 1996 adalah anak keempat dari pasangan Tasman dan Emi Deswita yang beralamat di Jl. Nusantara Duri-Riau

Email : silvianalillah7@gmail.com

HP : 082323539359

Pengalaman Pendidikan yang dilalui dimulai pada tingkat SD 018 Duri tahun 2002 – 2008 dan dilanjutkan di SMPN 1 Mandau Duri tahun 2008 – 2011. Pendidikan dilanjutkan di SMAN 1 Duri Jurusan IPA tahun 2011-2014. Kemudian kuliah di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau pada konsentrasi Energi dan lulus tahun 2021.

Dengan ketekunan, dan motivasi yang tinggi untuk terus belajar dan berusaha, penulis telah berhasil menyelesaikan tugas akhir ini, semoga dengan penulisan tugas akhir ini mampu memberikan manfaat atau kontribusi untuk siapa saja yang membutuhkannya.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT atas terselesaikannya tugas akhir yang berjudul **“Analisis Pemasangan Kapasitor Bank Pada Jaringan Distribusi Penyulang Cakalang PT.PLN Persero Rayon Simpang Tiga Pekanbaru Riau”**.

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.